# Zur Morphologie von

# Polygordius lacteus Schn. und Polygordius triestinus Woltereck nov. spec.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

**Friedrich Hempelmann**

Leutnant a. D.

Mit 5 Tafeln und 22 Figuren im Text

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1906

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren CHUN und PFEFFER.

Leipzig, den 5. März 1906.

Der Procancellar
MARX.

Sonderabdruck aus: »Zeitschrift für wissensch. Zoologie«. LXXXIV. Bd. 4. Heft.

## Inhaltsübersicht.


| | Seite |
|---|---|
| Einleitung | 3 |
| Material | 5 |
| Untersuchungsmethoden | 6 |
| I. *Polygordius lacteus* | 7 |
| Allgemeine Übersicht | 7 |
| Körperhohlräume | 10 |
| Integument | 22 |
| Muskulatur | 27 |
| Darmkanal | 38 |
| Blutgefäße | 45 |
| Nervensystem | 53 |
| Excretionsorgane | 65 |
| Geschlechtsorgane | 72 |
| II. *Polygordius triestinus* | 81 |
| Schlußbetrachtung | 85 |
| Literaturverzeichnis | 88 |
| Erklärung der Abbildungen | 89 |


## Einleitung.

Die in der Nordsee bei Helgoland und im Mittelmeer am häufigsten vorkommenden Vertreter der Gattung *Polygordius* werden in der Literatur wegen der bedeutenden morphologischen Unterschiede, die sich nach den Beschreibungen ihrer Entdecker bei ihnen finden sollen, als zwei verschiedene Species, *Polygordius lacteus* Schneider und *Polygordius neapolitanus* Fraipont, angesehen.

Der Begründer der Gattung *Polygordius*, Anton Schneider, hat im Jahre 1868 eine kurze Abhandlung über einen von ihm schon 1866 bei Helgoland gefangenen Wurm, den er *Polygordius lacteus* nannte, veröffentlicht.

Im Jahre 1887 erschien Fraiponts Monographie: »Le genre *Polygordius*«, nachdem unterdessen einige Forscher mehrere an andern Orten lebende Polygordien entdeckt hatten. Eine ausführliche Darlegung der historischen Daten bis 1887 findet sich in der genannten Arbeit. Fraipont fand bei Neapel zwei Arten dieser Tiere, von denen die eine, *Polygordius appendiculatus*, durch das Vorhandensein zweier Präanalcirren und die geringere Körpergröße sich deutlich als eine neue Species erwies. Aber auch die andre glaubte Fraipont nicht mit einem der bekannten Polygordien identifizieren zu können, sondern er beschrieb sie als ebenfalls neue Species unter dem Namen *Polygordius neapolitanus*. In seiner systematischen Übersicht der Gattung gibt er teilweise auf A. Schneiders Angaben, teilweise auf eigne Befunde gestützt, die Unterschiede an, welche zwischen *Polygordius neapolitanus* und *Polygordius lacteus* bestehen sollen. Seitdem werden, wie erwähnt, in der Literatur beide letztgenannte Arten als morphologisch verschiedene geführt.

Gelegentlich seiner Untersuchungen der Larven und der Metamorphose der Polygordien der Nordsee und des Mittelmeeres gelangte nun Woltereck (1901, 1904, 1905) zu der Vermutung, die Imagines (sit venia verbo) der beiden Arten möchten identisch sein, obgleich gerade er gezeigt hatte, daß sie auf ganz verschiedene Weise aus verschiedenen Larven entstehen, nämlich *Polygordius neapolitanus* aus einer Exolarve (früher von Woltereck Larve vom Mittelmeertypus genannt), und *Polygordius lacteus* aus einer Endolarve (Wolterecks frühere Larve vom Nordseetypus).

Die vorliegende Arbeit wurde zu dem Zwecke begonnen, die ausgebildeten Würmer beider Arten auf jene von Fraipont angeführten Unterschiede zu prüfen. Bald zeigte es sich, daß keines der unterscheidenden Merkmale die Probe bestehen konnte, sondern ich fand, daß auch für *Polygordius lacteus* Fraiponts Beschreibung von *Polygordius neapolitanus* gilt, beide also identisch sind (in Hinsicht auf die ausgebildeten Würmer). Zugleich aber gelang es mir, für beide, jetzt also gleiche Arten, eine Anzahl neuer, bisher unberücksichtigt gebliebener morphologischer Einzelheiten festzustellen, welche nun den Stoff zu dem I. Teil dieser Arbeit lieferten. Wenn ich im Titel schreibe »Zur Morphologie von *Polygordius lacteus*«, so hat das

seinen Grund darin, daß ich meine Untersuchungen zum größten Teil an den von Helgoland stammenden Würmern, die ich zahlreich zur Verfügung hatte, vornahm. Doch betone ich ausdrücklich, daß alles später im einzelnen Gesagte in gleicher Weise auch für *Polygordius neapolitanus* gilt.

Im II. Teil dieser Arbeit lasse ich eine Beschreibung der von Cori bei Triest gefundenen, von Woltereck als neu erkannten Species, *Polygordius triestinus* W. folgen, die wegen des spärlichen und weniger gut konservierten Materials nur kurz ausfallen konnte.

Meinen verehrten Lehrern, vor allem Herrn Prof. Chun, sodann Herrn Prof. zur Strassen und Herrn Prof. Woltereck, sage ich für die vielfachen Anregungen und Ratschläge, die sie mir bei meiner Arbeit zuteil werden ließen, meinen herzlichsten Dank. Ganz besonders danke ich Herrn Prof. Woltereck für die liebenswürdige Unterstützung und Anleitung, mit der er mir in allen schwierigen Fragen zur Seite stand; nicht minder aber auch für die weitgehende Versorgung mit konserviertem und lebendem Material; endlich für die gütige Überlassung der neuen Species, *Polygordius triestinus*, zur Beschreibung.

Nicht unterlassen möchte ich, auch dem Direktor der Kgl. Biologischen Anstalt auf Helgoland, Herrn Prof. Dr. Heincke, meinen Dank auszusprechen für den Arbeitsplatz und die Besorgung lebender Polygordien während meines zweimaligen Aufenthaltes auf Helgoland in den Jahren 1904 und 1905. Ebenso danke ich den Herren Prof. Dr. Salensky (Sebastopol) und Prof. Dr. Cori (Triest) für die mir gesandten Exemplare von Polygordien aus dem Schwarzen, bezüglich dem Adriatischen Meer.

## Material.

Meine Untersuchungen wurden fast alle an *Polygordius lacteus* Schn. aus der Nordsee angestellt, weil ich von dieser Art die meisten Exemplare in allen Altersstufen zur Verfügung hatte, besonders aber, weil sich mir sowohl im Herbst 1904, als im August 1905 Gelegenheit bot, auf Helgoland selbst in der dortigen Kgl. Biologischen Anstalt diese Tiere lebend zu beobachten und frisch zu konservieren. Außerdem erhielt ich im Sommer 1905 mehrere Sendungen lebender *Polygordius lacteus*.

Von *Polygordius neapolitanus* Fr. besitze ich eine größere An-

zahl konservierter Tiere. Ein Glas mit lebenden Exemplaren bekam ich im Frühjahr 1905 aus Neapel gesandt.

Auch *Polygordius appendiculatus*, der ja immer vereinzelt zwischen den andern größeren Arten vorkommt, habe ich konserviert und lebend untersucht.

Sodann prüfte ich zwei Stück einer *Polygordius*-Art aus dem Schwarzen Meer (Sebastopol), die ganz dem *Polygordius lacteus* und *neapolitanus* gleichen.

Schließlich konnte ich die im Adriatischen Meer gefundene neue Art *Polygordius triestinus* W. untersuchen.

Ich hatte außerdem Gelegenheit, durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Woltereck, mir das Material seiner Arbeiten über die Larve und die Metamorphose von *Polygordius* zur Information anzusehen, wovon für mich besonders die eben metamorphosierten und ganz jungen Würmer von Interesse waren.

## Untersuchungsmethoden.

Soweit möglich wurden die Tatsachen von mir an lebenden Tieren festgestellt. Ich konnte so vor allem den Verlauf der Gefäße und deren Kontraktionen, sowie die Lage der Nephridien durch das Schlagen der Cilien in deren Trichtern und Kanälen beobachten. Das oft sehr stark, besonders längs der Nephridialkanäle, entwickelte rotbraune Pigment, die dicke Längsmuskulatur, bei geschlechtsreifen Tieren außerdem die Menge der Eier und des Sperma, sind die Ursache, daß man auf diese Weise nur weniges mit dem Mikroskop sehen kann.

Zur Konservierung eignet sich nach meinen Erfahrungen am besten Sublimat, und zwar erzielte ich mit der von Woltereck angegebenen Mischung, 1 Teil konzentr. Sublimat, 1 Teil 80% Alkohol, 0,2 Teile Eisessig, die günstigsten Resultate. Mit Hermannscher Flüssigkeit (Platin-Osmium-Essigsäure) gelingt zwar die Konservierung sehr gut, aber wegen der wahrscheinlich durch die Osmiumsäure hervorgerufenen Sprödigkeit der Längsmuskeln lassen sich solche Präparate nicht mit dem Mikrotom schneiden. Wohl aus dem gleichen Grunde erwies sich die Flemmingsche Lösung (Chrom-Osmium-Essigsäure) als unbrauchbar.

Um die Würmer in toto untersuchen zu können, wurden die konservierten Tiere in Nelkenöl oder Xylol-Kanadabalsam aufgehellt. Sie zu färben war nicht vorteilhaft, da der stark tingierbare Haut-

muskelschlauch dann alles übrige verdeckte. Zur Auffindung aller feineren Details waren natürlich Schnittserien nötig.

Für die Einbettung erwies sich in einigen Fällen (namentlich für Köpfe) wegen der ausgezeichneten Orientierungsmöglichkeit die Nelkenölkollodium-Methode als unentbehrlich. Außer den Mikrotomserien in den verschiedenen Körperebenen waren $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm dicke und ungefärbte Schnitte förderlich.

Als Tinktionsmittel bewährte sich auch hier besonders Eisenhämatoxylin nach Heidenhain (E H), ohne welches sich die feinen Muskelfibrillen der Haut und des Darmes nicht hätten sichtbar machen lassen. Pikrokarmin mit nachfolgender Boraxkarminfärbung, wie sie Fraipont angibt (Le genre *Polygordius*, 1887, S. 3), lieferte gute Übersichtsbilder; das Gleiche gilt von den üblichen Hämateinfarben. Von spezifischen Nervenfärbungen erwies sich am brauchbarsten eine Art photographischer Nervenversilberung mit nachfolgender Tonung durch Goldchlorid, wie sie Bielschowsky für in Formol fixierte Präparate empfiehlt. Mit Thionin traten die Leydigschen Riesenganglienzellen besonders deutlich hervor.

## I. Polygordius lacteus.

### Allgemeine Übersicht.

*Polygordius lacteus* Schn. ist ein schlank gebauter Wurm, der eine Länge von etwa 10 cm erreichen kann. Dabei hat sein annähernd rundlicher Körper auch bei den größten Individuen in der Mitte einen Durchmesser von kaum einem Millimeter, während er sich nach vorn und hinten verjüngt. Das Vorderende ist schon mit unbewaffnetem Auge kenntlich durch zwei an seinem oberen Rande entspringende Tentakel, dagegen ist das Hinterende, das Pygidium, knopfartig verdickt. Bei auffallendem Licht zeigen die Würmer eine hellgraugrüne Färbung mit einem Stich ins Rötliche und irisieren lebhaft. Unter dem Mikroskop erkennt man im Innern den Darmkanal, der mit einer vorn gelegenen ventralen Mundöffnung beginnt, den Wurm geradlinig durchzieht und in einem endständigen After ausmündet. (Fraipons Angabe bei *Polygordius neapolitanus* liege der Anus auf der Ventralseite, muß ich als irrig bezeichnen.) Der Mund erscheint als eine beinahe kreisförmige Öffnung mit leicht gelapptem hinteren Rand, welche in ein Atrium führt, auf dessen Grund man eine Längsspalte, den eigentlichen Eingang in den Vorderdarm, erblickt. Diese innere Mundöffnung gabelt sich rostrad in zwei seit-

liche Spalten. Hinten läuft der Körper in acht kleine, den After umgebende Lappen aus, wie schon SCHNEIDER richtig angibt. FRAIPONT zeichnet bei *Polygordius neapolitanus* einmal acht, dagegen ein andres Mal 14 solcher Lappen und spricht von einem »anus multilobé« ohne bestimmte Zahlen zu nennen, erwähnt aber bei der Zusammenstellung der Unterschiede zwischen *Polygordius neapolitanus* und *Polygordius lacteus* nichts dergleichen. Er mag sich dadurch haben täuschen lassen, daß die Hinterenden infolge der Kontraktion der kräftigen Ringmuskeln, welche den Anus umgeben, oft stark gefaltet sind und so leicht den Eindruck erwecken, der After habe einen Rand mit zahlreichen Lappen. Ich fand bei beiden Species stets nur acht.

Zwischen Verdauungstractus und Hautmuskelschlauch befinden sich rechts und links vom Darm symmetrisch gelegene dünne Wände, die Dissepimente, welche die Leibeshöhle in einzelne Segmente gliedern, deren Länge in der Rumpfmitte etwa gleich dem Durchmesser ist, während sie nach den Körperenden zu fortschreitend abnimmt. Unter der einschichtigen Epidermis sieht man eine nicht unbedeutende Längsmuskulatur in vier Feldern durch den ganzen Wurm verstreichen. Distal von letzterer verlaufen feine Ringmuskelfasern, die sich am lebenden Annelid nur dadurch bemerkbar machen, daß sie bei ihrer Kontraktion in der Haut sanft eingesenkte Falten erzeugen; aber auf Schnitten treten sie nach entsprechender Färbung deutlich hervor. Außerdem sind in den einzelnen Segmenten immer je acht bis zwölf Muskelbündel, die Transversalmuskeln, von der ventralen Körperwand nach den beiden Seitenlinien ausgespannt.

Vorn trennt eine ventrale, grubenförmige, zur Längsachse des Wurmes quergestellte Hauteinsenkung, die »Kopffalte«, einen annähernd kugeligen Teil von dem übrigen Körper. Dieses »Prostomium« (Kopflappen), birgt im Innern die einzelnen Teile des Centralnervensystems. An seinem vorderen dorsalen Rand entspringen, wie ich bereits andeutete, die beiden langen, schlanken Tentakeln, welche zwischen ihren Insertionsstellen einen kleinen Raum, das »Scheitelfeld« freilassen. An ihrer Basis gehen sie in je eine kegelförmige Zellanhäufung, das »Tentakelganglion« über. Weiter hinten, den größten Teil des Kopflappens ausmachend, befindet sich das »Cerebralganglion«, in dessen vorderer Wand man meist vier in einer Reihe nebeneinander liegende Vacuolen bemerkt, die Secreträume von Drüsen, wie ich später erörtern werde. Zwischen den erwähnten drei Ganglien ist die T-förmige »Präcerebralhöhle« sichtbar. Das

caudale Ende des Prostomiums wird seitlich und dorsal von zwei schräg gestellten länglichen Gruben, in denen kräftige Cilien schlagen, begrenzt. Diesen »Wimpergruben« (Riechorgane) liegen proximal zwei Fortsätze des Gehirns an, die zugehörigen Ganglien. Auf der Ventralseite des Wurms verstreicht im Ectoderm das Bauchmark, dessen Fasern im Leben durchschimmern, und das vorn durch ein paar Commissuren mit dem Oberschlundganglion in Verbindung steht.

Sodann fällt das Gefäßsystem durch die grünlichgraue Farbe der Blutflüssigkeit auf. Es besteht in der Hauptsache aus zwei Längsstämmen, welche dorsal und ventral vom Darm hinziehen. Der dorsale gabelt sich an der Basis des Prostomiums und sendet seine beiden Äste ventralwärts nach hinten, wo sie sich wieder vereinigen und in das Bauchgefäß einmünden. In jedem Dissepiment läuft rechts und links eine Gefäßschlinge an der Körperwand entlang und verbindet die beiden Hauptstämme. Die Topographie der Blutgefäße entspricht also genau derjenigen von *Polygordius neapolitanus*. (A. Schneider hat das ventrale Gefäß bei *Polygordius lacteus* übersehen.) Bisher unbeachtet geblieben ist das Auftreten eines dorsalen Darmsinus während der Geschlechtsreife. Dagegen existieren die nach Fraipont ständig vorhandenen lateralen Blindsäcke, die sich von den Gefäßschlingen caudalwärts abzweigen, für gewöhnlich nicht, sondern zeigen sich nur gleichzeitig mit jenem Darmsinus.

In jedem Segment führt ein Paar feiner Längskanäle, in deren Lumen eine lebhafte Cilienbewegung stattfindet, von den Septen nach hinten. Kurz vor dem folgenden Dissepiment biegen sie rechtwinklig zur Körperwand um und erweitern sich zu einer kleinen Blase, die durch einen Porus in der Cuticula nach außen mündet. Die Wandungen dieser Nephridialkanäle sind meist durch dichte Excretansammlungen rostbraun gefärbt. Aber auch im Peritoneum findet man ebensolches Pigment, am häufigsten in den ersten Segmenten. Einzelne gelbbraune Excretconcremente flottieren frei in der Leibeshöhle. Am Vorderende bemerkt man oft ähnlich gefärbte drüsige Gebilde, welche entweder als ein Paar die Seiten des Prostomiums einnehmen, oder in der Einzahl an der die Kopfhöhle abschließenden Wand des Cerebralganglions angeheftet sind. Ich werde später zeigen, daß wir es hier wahrscheinlich mit den Drüsen zu tun haben, welche Woltereck bei der Larve »gelbe Körper« genannt hat. Oft liegt ein derartiges Organ auch vor dem Schlund, während gleichzeitig solche im Kopflappen fehlen. Fraipont erwähnt bei *Polygordius neapolitanus* ein »Organe de sens« von fraglicher Bedeutung (S. 30)

an dieser Stelle des Oesophagus, aber aus seiner Abbildung Taf. I, Fig. 4 scheint mir sicher hervorzugehen, daß er diese Drüse vor sich hatte. Rings um den Äquator des Pygidiums gruppieren sich ziemlich dicht nebeneinander eine Anzahl von Drüsen-Plaques, welche als Haftorgane benutzt werden, wie bereits WOLTERECK beschrieb.

Die Würmer sind getrenntgeschlechtlich. Für gewöhnlich sind aber die Männchen und die Weibchen nicht zu unterscheiden. Erst wenn sie geschlechtsreif werden und alle Segmente mit Sperma, bzw. Eiern, angefüllt sind, lassen sich die durch die Färbung der Eier rötlichen Weibchen leicht neben den weiß erscheinenden Männchen erkennen.

*Polygordius lacteus* entsteht aus einer von WOLTERECK neuerdings »Endolarve« (früher »Larve vom Nordseetypus«) genannten Trochophora, in deren Innerem sich der gesamte Wurmrumpf aufgefaltet entwickelt. Durch eine Metamorphose, bei der die Scheitelplatte unter Ausschaltung der larvalen Gewebe mit der Rumpfanlage verschmilzt, bekommt das Annelid dann erst seine definitive Gestalt.

### Körperhohlräume.

In dem Körper der von mir untersuchten *Polygordius*-Arten existieren drei Hohlraumsysteme, nämlich:

primäre Leibeshöhle,
sekundäre Leibeshöhle und
Schizocöl.

Das wie bei den meisten Polychäten, in symmetrischen Divertikelpaaren angeordnete mesodermale Cölom überwiegt die beiden andern Arten von Körperhöhlen bei weitem an Ausdehnung, so daß FRAIPONT und E. MEYER die letzteren völlig übersahen. E. MEYER hat es sich in seinen »Studien über den Körperbau der Anneliden« besonders angelegen sein lassen, möglichst genau nachzuweisen, daß bei *Polygordius* die beiden ersten Cölomdivertikel bis vorn an die ehemalige Scheitelplatte der Larve, das Prostomium des Wurmes, heranwachsen, so daß das dort ursprünglich vorhandene Blastocöl ganz verdrängt werde. Es ist mir nun gelungen, in Übereinstimmung mit WOLTERECKS Untersuchungen an eben metamorphosierten Würmern[1] festzustellen, daß hier zwischen dem Kopfzapfen und dem ersten großen Dissepiment ein Teil der Larvenhöhle auch im ausgewachsenen Tier erhalten bleibt. Aber nicht nur im Vorderende, sondern auch

[1] »Zur Kopffrage der Anneliden.« Verh. D. Zool. Ges. 1905.

im Pygidium des *Polygordius* glaube ich primäre Leibeshöhle gefunden zu haben, die in Form eines Schizocöls nachträglich wieder gebildet wird. Sodann sind sogar dorsal und ventral vom Darm zwischen den Mesenterien Reste des Blastocöls vorhanden, innerhalb welcher die beiden mit eignen mesenchymatischen Wandungen versehenen Hauptgefäßstämme verlaufen. Schließlich muß der dorsale Darmblutsinus, der bei der Geschlechtsreife der Würmer zwischen Darmepithel und Muscularis auftritt, gleichfalls als eine Wiederherstellung der primären Leibeshöhle aufgefaßt werden, denn genau an seiner Stelle liegt bei eben metamorphosierten Würmern ein Darmsinus, der weiter nichts ist, als das zwischen Entoderm und Mesoderm reichende Blastocöl. Die dritte Art von Hohlräumen befindet sich im Prostomium in Gestalt der »Präcerebralhöhle«. Diese ist nach Wolterecк reines Schizocöl innerhalb der Scheitelplatte und hat weder mit primärer noch sekundärer Leibeshöhle etwas zu tun. Endlich sind die Längsmuskelfelder in dieser Körperregion proximal von Schizocöl begleitet, das teilweise in offener Verbindung mit dem erwähnten postcerebralen Blastocöl steht. Ich werde nun die einzelnen Körperhöhlen im Detail besprechen:

### 1. Cölom, sekundäre Leibeshöhle.

#### a) im Rumpf.

(Textfig. 1 u. 17, Taf. XXIX, Fig. 56.)

Jedes der paarigen Cölomdivertikel wird ringsum begrenzt von dem Peritoneum, dessen parietaler Teil, die Somatopleura, sich den Längsmuskeln anschmiegt, während das viscerale Blatt als Splanchnopleura den Darm bedeckt. Zugleich dienen die entsprechend an dem Ectoderm der Rücken- und Bauchlinie befestigten splanchnischen Cölothelien als Aufhängebänder des Darmes (Mesenterien). Ich konnte nun zeigen, daß sich die beiden Darmfaserblätter in keinem Segment des ganzen Wurmes weder dorsal noch ventral vom Darm dicht zusammenlegen, wie sie es bei den meisten Anneliden und auch bei vielen andern Tiergruppen zu tun pflegen. Es drängen vielmehr die dort verstreichenden Längsgefäßstämme, welche durchweg eigne Wandungen besitzen, wie ich später zeigen werde, diese Blätter so weit auseinander, daß sie sich auch auf ihrem weiteren Verlaufe nicht mehr berühren können. Ventral sind ihre Anheftungslinien an der Haut um den Durchmesser des Bauchgefäßes voneinander entfernt. Indem die übrigen Grenzwände der Cölomsäckchen immer paarweise aneinanderstoßen, bilden sie die Dissepimente

oder Septen, die durch eingelagerte Muskelfasern contractil sind. Eine Verbindung zwischen den einzelnen Segmenten wird dadurch hergestellt, daß die Dissepimente nicht auf der ganzen Berührungslinie mit der Splanchnopleura verschmolzen sind, sondern in deren mittlerem Teil entstehen sekundär, wahrscheinlich durch frühzeitiges Reißen, Schlitze, die als Septenspalten bezeichnet worden sind. Die an dem Rande dieser Spalten sehr verstärkten Septenmuskeln ermöglichen einen Abschluß der einzelnen Segmente.

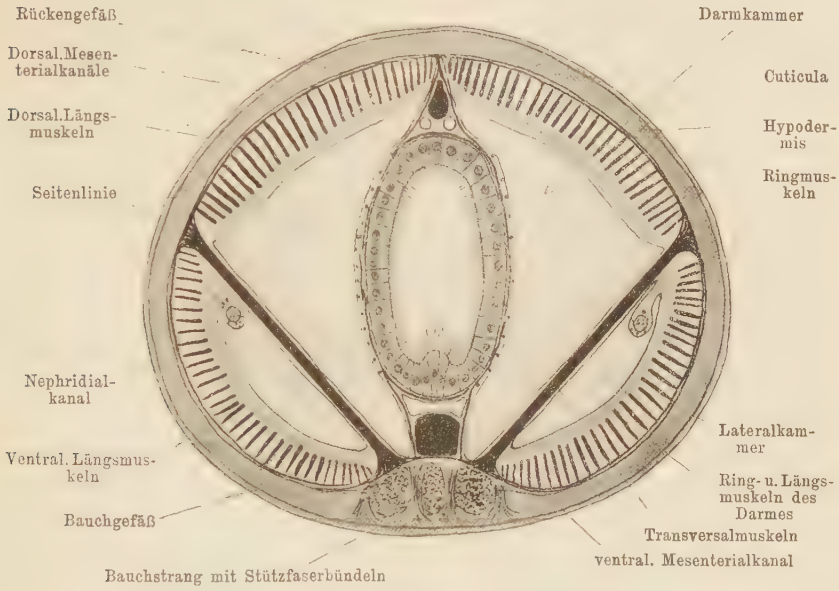
Die vom Peritoneum überzogenen Transversalmuskeln trennen jede Cölomhälfte in zwei Teile, von denen ich den am Darm gelegenen wie üblich »Darmkammer«, den andern aber »Lateral-, Nieren- oder Genitalkammer« nennen will. Bei ganz jungen Würmern hängen zunächst die einzelnen Peritonealteile aller Transversalmuskelgruppen zusammen, so daß die Darmkammern vollständig von den Nierenkammern getrennt sind. Erst wenn die Tiere heranwachsen wird das definitive Stadium erreicht, wo zwischen den einzelnen Muskelbündeln eingerissene Spalten die beiden Cölomkammern in offene Kommunikation setzen.

Die Histologie des Cölothels ist im wesentlichen aus der Literatur bekannt. Septen- und Transversalmuskelbedeckung sowie Splanchnopleura bestehen aus einem dünnen Plattenepithel mit runden hellen Kernen. Nur die Somatopleura weicht in ihrer Beschaffenheit von der des übrigen Peritoneums ab. Sie setzt sich aus großen blasigen Zellen zusammen, die in den Lateralkammern meist mehrschichtig angeordnet sind und den Eindruck eines Pflanzenparenchyms hervorrufen. Fraipont schreibt, daß oft die ganzen Nierenkammern angefüllt seien von solchem mächtig gewucherten Epithel. Ich fand nur bei ein oder zwei Tieren auf entsprechenden Schnitten diese weitgehende Verdickung des Hautfaserblattes.

An einzelnen Stellen der Cölomwand sind die Zellen umgewandelt, um besonderen Funktionen zu dienen. So findet man häufig im mittleren Teil der Somatopleura der Genitalkammern statt der hellen durchsichtigen Epithelzellen solche mit gelblichem oder dunklem, tröpfchenartigem Inhalt, der beim lebenden Tier meist rostrot erscheint. Es handelt sich da um Peritonealdrüsen, die eine phagocytäre oder excretorische Tätigkeit übernommen haben, auf die ich daher gelegentlich der Besprechung der Excretionsorgane näher eingehen will. Hier möchte ich nur erwähnen, daß noch an andern Orten des Cölothels, allerdings nur vereinzelt, ähnliche Drüsenzellen

vorkommen, so besonders an den Mesenterien in der Nähe der Gefäße und am ventralen Ende der Transversalmuskelbündel.

Schließlich entstehen auch die Geschlechtszellen in der Peritonealbedeckung der Nephridialkanäle.




Textfig. 1.

Schematischer Querschnitt durch die Körpermitte von *Polygordius lacteus*.

Die sekundäre Leibeshöhle ist angefüllt mit einer Flüssigkeit, die man wohl als Lymphe bezeichnen kann, da sie wahrscheinlich die Ernährung der einzelnen Organe vermittelt. Zellige Elemente konnte ich in ihr nicht nachweisen; nur vereinzelt flottieren größere Excretcoagulationen darin, die wohl losgelöste Teile der erwähnten Phagocytärorgane sind. Im Stadium der Geschlechtsreife fallen die Eier und das Sperma in das Cölom und füllen es beinahe ganz aus.

### b. In den ersten zwei Segmenten.

(Textfig. 2—9, Taf. XXV, Fig. 2—9.)

Das zweite Cölomsegment gleicht im wesentlichen den Rumpfsomiten, abgesehen davon, daß sein viscerales Peritoneum außer mit seinem Rand am hinteren Dissepiment den Darm nicht berührt. Sein Lumen nimmt nur den ventralen Teil des Rumpfinnern ein, indem es kaum bis zur Höhe der Seitenlinien reicht. So kommt es,

daß die beiden Splanchnopleuren proximal von den Transversalmuskeln annähernd parallel mit diesen ausgespannt sind. Infolgedessen erscheinen hier die Nierenkammern in Gegensatz zu denen der Rumpfsegmente größer als die zugehörigen Darmkammern. Endlich möchte ich noch bemerken, daß sich beide Somitenhälften nach vorn zu, entsprechend der konischen Form des ganzen Körperteils, verjüngen. Ihre vorderen Grenzwände bilden nun ebenfalls Septen mit den hinteren des ersten Cölompaares, die natürlich ziemlich klein sind im Verhältnis zu den Rumpfdissepimenten. Diese »kleinen Septen« unterscheiden sich von allen andern dadurch, daß sie keine Muskulatur enthalten, und daß sie mit dem Darm nicht in Berührung treten.

Das erste Cölompaar verläuft im Anschluß an das zweite bis zur Basis des Prostomiums, wo schließlich sein viscerales Blatt in das parietale übergeht. Die Länge der Transversalmuskeln nimmt immer mehr ab, und entsprechend verkleinert sich das Lumen in den Cölomdivertikeln. So kommt es, daß in der vorderen Hälfte des ersten Segments schließlich überhaupt keine sekundäre Leibeshöhle mehr ausgebildet ist, denn die von Splanchnopleura bedeckten Transversalmuskeln liegen dicht auf der Längsmuskulatur. Histologisch unterscheiden sich diese zwei kleinen Somitpaare in nichts von den übrigen, nur enthält, wie erwähnt, das kleine Septenpaar keine Muskeln, und ebenso fehlt den visceralen Blättern die sonst vorhandene Darmmuscularis. Nach dem Vorgange Wolterecks nenne ich die Region dieser zwei Segmente, die den Schlund des metamorphosierenden Wurms umschließen, »Schlunddoppelsegment«.

### 2. Primäre Leibeshöhle.

#### a. Schlundhöhle (Peripharyngealraum).

(Textfig. 2—9, Taf. XXV, Fig. 2—9.)

Der Vorderdarm durchzieht einen großen unpaaren Hohlraum, der, wie seine Entwicklung lehrt, nicht als ein Teil der sekundären Leibeshöhle aufzufassen ist. Die seitherigen Beobachter, vor allem Hatschek, Fraipont und Eduard Meyer haben stets die Doppelnatur des peripharyngealen Cöloms übersehen und gemeint, daß vor dem ersten großen Dissepiment nur ein Somitpaar vorhanden sei, das den Raum zwischen Körperwand und Oesophagus ganz ausfülle und den übrigen Zoniten völlig gleiche. Herbeigeführt wurde diese Täuschung wohl hauptsächlich durch die allgemeine Annahme, daß diese ganze Körperregion ein Rest der durch allmähliches Schrumpfen

verkleinerten Wurmlarve sei (E. Meyer, 1901, Taf. XII, Fig. 27, 28). Fraipont hat auf Querschnitten zwar die visceralen Blätter jener beiden Cölomsegmente gesehen (vgl. seine Fig. 2, Taf. VI), aber er

Textfig. 2.

Textfig. 3.

Textfig. 4.

Textfig. 5.

Textfig 6.

Textfig. 7.

Textfig. 2—7.

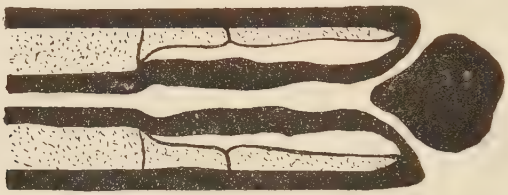
Schematische Querschnitte durch die Schlundregion von *Polygordius lacteus*. Peripharyngealraum weiß, Cölom punktiert, Blutgefäße schwarz, Muskeln nicht gezeichnet.

erkannte nicht, daß es zusammenhängende Lamellen sind, sondern hielt sie für Plasmastreifen, an denen die beiden lateralen Schlundgefäße aufgehängt seien.

Als ich auf Frontalschnitten deutlich erkannt hatte, daß diese

Plasmabänder kontinuierliche Membranen sind, und dann die kleinen Septen fand, war es mir sofort klar, daß das bisherige Schlundsegment aus mehreren Teilen bestehen müsse. Es handelte sich nun darum, ob der große Raum um den Darm, den ich »Schlundhöhle« (Peripharyngealraum) nennen will, als ein weiterer Abschnitt der sekundären Leibeshöhle außer jenen beiden Cölomdivertikeln aufzufassen sei.

Die unpaare Schlundhöhle umgibt den Vorderdarm auf allen Seiten und wird nur dorsal durch das Ligament des Rückengefäßes, an dem auch der Darm hängt, in zwei Hälften geschieden,



Textfig. 8.

Textfig. 9.

Schematische Längsschnitte (frontal) durch die Schlundregion von *Polygordius acteus*. Textfig. 8 in Höhe der inneren Mundöffnung; Textfig. 9 etwas höher. Muskeln und Blutgefäße nicht gezeichnet. Peripharyngealraum weiß, Cölom punktiert, Präcerebralhöhle schraffiert.

während sie ventral und rostral vom Oesophagus einheitlich ist. Außerdem wird sie durchzogen von den »Schlundretractoren«, Muskelfasern, die in vier Gruppen angeordnet sind. Sie spannen sich aus zwischen Darm und Körperwand dorsal, ventral und lateral vom Vorderdarm. Alles dieses, der unpaare Peripharyngealraum, seine Lage zwischen echten Cölomteilen und dem Darm, die Anwesenheit jener Schlundrückziehmuskeln, erweckten in mir die Vermutung, daß hier ein Rest der Larvenhöhle, des Blastocöls vorhanden sein möge. Unterdessen hat Woltereck durch seine Untersuchungen der Entstehung dieses Hohlraumes wenigstens für *Polygordius neapolitanus* meine Annahme vollkommen bestätigen können. Die Einzelheiten hat er bereits auf dem Kongreß der Deutschen Zoologischen Gesell-

schaft in Breslau 1905 vorgetragen, so daß ich hier nur auf jenen Vortrag zu verweisen brauche.

Wolterecks Untersuchungen haben noch eine Komplikation ergeben, die aus der Morphologie des ausgebildeten Wurms nicht ersichtlich ist. Es ist nämlich die Schlundhöhle nicht reines ursprüngliches Blastocöl, sondern eine Verschmelzung eines Schizocölraumes mit der primären Leibeshöhle der Larve. Das Schizocöl tritt auf in dem bereits von E. Meyer (1901) erwähnten und dann von Wolterecк 1902 und 1904 ausführlich beschriebenen Mesenchymbelag des Larvenschlundes (vgl. Wolterecк, 1902, S. 62 und Taf. X, Fig. 2—5). Über die Entstehung dieses Schizocöls und seine Verschmelzung mit dem Blastocöl sagt Wolterecк in dem erwähnten Vortrag (S. 172): »Gegen Ende der Larvenperiode wird er (der Belag des Schlundes) zweischichtig und während der Metamorphose kann man jederseits vom Schlund ein deutliches halbmondförmiges Lumen auf den Schnitten bemerken. Dieser Hohlraum ist also, um die Komplikation der »Kopfhöhlen« voll zu machen, Schizocöl. Die äußere Schicht wird zu den Retractoren, die nach oben, unten und vor allem nach den Seiten hin ausstrahlen und besonders in der Seitenlinie des Wurmes, zwischen dem neuralen und hämalen Abschnitt der Somiten, bis zum Ectoderm, an dessen Cuticula sie inserieren, vordringen. Mit dem andern Ende ihrer Fasern dagegen dringen sie, das Schizocöl durchsetzend, tief zwischen die Schlundzellen ein. Dabei wird die äußere Belagschicht aufgefasert und das Schizocöl verschmilzt mit dem Blastocöl.«

Wie gesagt ist dies nur an *Polygordius neapolitanus* festgestellt worden. Da aber die Morphologie des Schlunddoppelsegments eines ausgewachsenen *Polygordius lacteus* mit der eines gleichen *Polygordius neapolitanus* völlig übereinstimmt, und auch seine Larve jenen mesenchymatischen Schlundbelag aufweist, so darf man wohl ohne weiteres annehmen, daß auch bei *Polygordius lacteus* die Schlundhöhle eine solche Verschmelzung von Blastocöl mit Schizocöl ist.

Unterhalb der Seitenlinie wird die Schlundhöhle distal begrenzt von den Splanchnopleuren der ersten beiden Somitenpaare. Dorsal dagegen stößt der Peripharyngealraum an die Körperwand selbst. Man findet da zwischen den Zellen der Längsmuskeln noch zahlreiche andre, ähnlich aussehende Zellen, die ein die Muskelschicht bedeckendes Epithel zu bilden scheinen. Dieses Epithel gleicht in seinem parenchymatösen Aussehen ganz der parietalen Begrenzung der Lateralkammern.

Der Peripharyngealraum reicht mit drei Blindsäcken in das Prostomium hinein. Der mittlere führt zwischen den Wimpergruben über die Kopffalte hinweg bis an die Hinterwand des Cerebralganglions und wird im Kopfzapfen seitlich durch die Wimpergrubenganglien begrenzt. Die andern beiden begleiten proximal die ventralen Längsmuskelfelder bis beinahe an die Basis der Tentakeln. Ein Analogon zu letzteren zwei Hohlräumen sind zwei Gewebsspalten unter den dorsalen Längsmuskeln im Prostomium. Diese sind aber rings geschlossen und stehen in keiner Verbindung mit der Schlundhöhle. Die Wände der drei Blindsäcke des Peripharyngealraumes und jener zwei dorsalen Hohlräume werden von einem Plattenepithel gebildet. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Lumina proximal von den vier Längsmuskelfeldern im Kopfzapfen nichts andres sein können als Schizocöl, das nachträglich, wenigstens die beiden ventralen und das mittlere, mit der Schlundhöhle in Kommunikation getreten ist. Das auskleidende Epithel muß dann mesenchymatischer Natur sein, da das Mesoderm nicht bis in das Prostomium reicht. Die dort befindlichen Längsmuskeln sind nämlich, wie ich später zeigen werde, Reste oder Erneuerungen der Larvenmuskeln, welche bei der Metamorphose die vorderen Enden des Hautmuskelschlauches an die Scheitelplatte ziehen; die eigentlich mesodermalen Längsmuskeln enden an der Basis des Prostomiums.

### b. Perirectalhöhle.

(Taf. XXVI, Fig. 10—14.)

Den Enddarm im Pygidium umgibt ein nicht cölomatischer Hohlraum, ähnlich wie die Schlundhöhle den Vorderdarm. Ich werde diese Körperhöhle die »Perirectalhöhle« nennen. Sie ist wohl als eine Wiederherstellung der primären Leibeshöhle durch ein Auseinanderweichen des Entoderms und Mesoderms zu deuten.

Auf einem Frontalschnitt durch das Hinterende eines ausgewachsenen Wurmes sieht man etwas vor dem präanalen Drüsenkranz das letzte Cölomsegment liegen. Caudal von diesem trifft man auf eine Wachstumszone, von der aus nach vorn immer neue Segmente gebildet werden. Im Ectoderm wird sie dadurch erkennbar, daß die Hypodermis in dieser Gegend besonders zahlreiche Zellen aufweist, deren Kerne in verschiedenen Schichten liegen. Die Längsmuskeln ziehen noch eine ganze Strecke weit unter dem Ectoderm des Pygidiums hin, doch sind sie nicht mehr wie im Hauptrumpf in vier

Feldern angeordnet, sondern in eine bei den einzelnen Individuen verschiedene Anzahl von Strängen, durchschnittlich 28—30, aufgeteilt, wie ein Querschnitt in Höhe des Drüsenkranzes erkennen läßt. Im hinteren Drittel des Pygidiums liegt dem Ectoderm der gewaltige Analringmuskel an. Der ganze Raum caudal vom letzten Dissepiment ist die Perirectalhöhle. Transversalmuskeln sind in ihr nicht vorhanden. Der Enddarm, welcher hier einen beinahe runden Querschnitt hat, ist in ihr durch zahlreiche Plasmabänder, die teilweise Muskelfasern enthalten, aufgehängt. Auf Querschnitten finden sich 8—14 solcher Plasmaverbindungen zwischen Enddarm und Körperwand, die radiär nach allen Seiten ausstrahlen. Fraipont, welcher meint, daß auch diese Körperhöhle cölomatisch sei, glaubt, das viscerale Blatt des Peritoneums bilde hier um das Rectum eine dicke parenchymatöse Schicht ähnlich der, welche die Somatopleura in den Lateralkammern des Hauptrumpfes liefert (vgl. Fraipont, Taf. VI, Fig. 8 und S. 24 . Ich habe davon nichts bemerken können. Lediglich am letzten Teil des Enddarmes ist dessen Muscularis verstärkt; im übrigen bildet diese nur eine äußerst dünne Bedeckung des Darmepithels wie im Rumpf. Man könnte jene Aufhängemuskeln in der Perirectalhöhle mit den mesenchymatischen Retractoren in der Schlundhöhle vergleichen, nur daß diese ihrer Funktion entsprechend viel stärker und zahlreicher entwickelt und in vier Gruppen angeordnet sind. Wie vor dem ersten großen Dissepiment in der Schlundregion die beiden kleinen, ältesten Cölompaare liegen, so finden sich auch hinter dem letzten, vollständig fertigen Septum noch eine Anzahl von jüngsten Cölomteilen, die dort, eben in der Wachstumszone, gebildet werden und auf Schnitten als Zellanhäufung erscheinen.

Die ontogenetische Entstehung der Perirectalhöhle denke ich mir folgendermaßen: Wie aus Wolterecks Trochophora-Studien I. (1902) hervorgeht, liegt am analen Pol der Rumpfanlage zwischen Ectoderm und Entoderm die Mesoblastanlage, aus welcher das ganze Mesoderm des Wurms hervorgeht. Dieser Mesoblastanlage der Larve entspricht wohl beim ausgewachsenen Wurm die hinter dem letzten Septum gelegene Wachstumszone des Mesoderms. Auf dem Schnitt Taf. VIII, Fig. 2*B* in Wolterecks Trochophora-Studien I. 1902 kann man nun caudal von den beiden Mesoteloblasten (Urmesodermzellen) einen kleinen Hohlraum erkennen, der zwischen jenen zwei Zellen, dem Enddarm und dem Rumpfectoderm liegt und demgemäß als Blastocöl anzusehen ist. Bei eben metamorphosierten

Polygordien enthält das Pygidium kein Lumen zwischen den ienzelnen Keimblättern, sondern das Entoderm liegt der Körperwand fest an. Die Perirectalhöhle der ausgewachsenen Tiere entsteht an der Stelle jenes kleinen Hohlraumes hinter den Mesoteloblasten, durch nachträgliches Auseinanderweichen der Keimblätter. (Weitere Übergangsstadien habe ich nicht untersucht.)

Die Berechtigung, den Perirectalraum zur primären Leibeshöhle zu rechnen, nehme ich aus Meyers »Studien über den Körperbau der Anneliden« 1901, wo er auf Seite 516 über diese sagt: »Wir verstehen darunter den Hohlraum, welcher zwischen Ecto- und Entoderm auftritt; er ist mit der Furchungshöhle oder dem Blastocöl identisch. Dabei ist es vollkommen unwesentlich, daß in einigen Fällen diese Höhle infolge der dichten Aneinanderlagerung der beiden primären Keimblätter zeitweilig ganz verschwindet. Indem die letzteren nachher wieder auseinander weichen, bleiben die Wandungen des Hohlraumes eben dieselben, und folglich hat auch die Höhle selbst die gleiche morphologische Bedeutung wie vorher.« Jedenfalls ist es unrichtig, den Perirectalraum als ein den übrigen homologes Cölomdivertikel anzusehen, denn er liegt hinter der Wachstumszone, und ist bei weitem größer als jedes der rostrad von ihm entstehenden Segmente. Da doch allgemein als feststehend angenommen wird, daß das Wachstum der Anneliden von der hierzu bestimmten Zone am Hinterende nach vorn zu geschieht, und da sich diese Annahme auch bei *Polygordius* bestätigt, so wäre die Existenz eines Cölomteiles hinter jenen jüngsten Segmenten mit der Theorie nicht zu vereinen; noch dazu, wenn es während der ganzen Lebensdauer des Wurmes an Ort und Stelle verharren sollte, wie es doch der Fall ist. Daß die Längsmuskeln eine Strecke weit hinter die Wachstumszone reichen, läßt sich wohl durch ein einfaches Längerwachsen erklären. Die Darmmuscularis und die radiären Plasmastreifen mit ihren contractilen Fasern, welche die Perirectalhöhle durchziehen, müßten dann ähnlich wie die analogen Gewebe in der Schlundregion mesenchymatischen Ursprungs sein; ebenso wohl auch der Analsphincter.

### c. Mesenterialkanäle.

(Taf. XXVII, Fig. 29, 30 u. 32.)

Dorsal und ventral vom Darm findet man zwischen den Mesenterien Kanäle, durch welche Schlund- und Perirectalhöhle verbunden sind. Am deutlichsten ist das zu erkennen beim ventralen Kanal; die beiden Mesenterien sind dort, wie beschrieben, stets um den

Durchmesser des Bauchgefäßes voneinander entfernt. Da nun das Gefäß mit seiner Wand nicht den Darm berührt, bleibt zwischen ihm und letzterem ein Raum übrig, dessen Seiten die Mesenterien begrenzen. Wegen seiner Lage zwischen den Mesenterien ist er wohl ohne weiteres als primäre Leibeshöhle aufzufassen (vgl. Ontogenie Fig. 16 in Wolterecks »Kopffrage«).

Dorsal findet sich etwas Ähnliches. Auch hier ist primäre Leibeshöhle vorhanden zwischen Darm, Gefäß und Cölothelien. Aber sie tritt nicht in Gestalt eines einzelnen Hohlraumes auf, sondern sie wird durch Zellen, welche vom Gefäß median zwischen den Mesenterien zum Darm ziehen, in zwei Kanäle getrennt. Die aus jenen Zellen gebildete Wand zwischen beiden Hohlräumen ist eine Art Aufhängeband, das den Darm tragen hilft.

### d. Darmblutsinus.

(Taf. XXVII, Fig. 31.)

Merkwürdigerweise ist allen seitherigen Beobachtern das Auftreten eines dorsalen Darmblutsinus zur Zeit der Geschlechtsreife entgangen, obwohl er wegen der intensiven Färbbarkeit des Blutes sehr deutlich in die Erscheinung tritt.

Nähere Einzelheiten werde ich gelegentlich der Besprechung der Blutgefäße anführen.

Da bei eben metamorphosierten Würmern, wie es Hatschek und Woltereck beschreiben, auch ein Darmsinus vorhanden ist, indem die Cölomdivertikel den Darm noch nicht berühren, sondern zwischen ihre Splanchnopleuren und das Darmepithel noch die primäre Leibeshöhle hineinreicht, so muß man den bei geschlechtsreifen Würmern entstehenden dorsalen Darmblutsinus als eine partielle Wiederherstellung jenes Teiles der primären Leibeshöhle ansehen.

### 3. Präcerebralhöhle.

(Taf. XXV, Fig. 1, Textfig. 16 S. 54.)

Im Prostomium befindet sich bei ausgewachsenen Würmern ein weiterer nicht unbeträchtlicher Hohlraum, der von Woltereck gelegentlich seiner Untersuchungen über die Metamorphose (Tr.-St. 1902) zuerst bemerkt und »Kopfhöhle« benannt wurde. Diese Präcerebralhöhle entsteht dadurch, daß bei der Streckung des Kopfzapfens sich die Tentakelganglien von dem Cerebralganglion ablösen. Sie wird hinten von dem in das Ectoderm übergehenden Cerebralganglion begrenzt, vorn von dem Ectoderm des »Scheitelfeldes«, jenem kleinen

Zwischenraum zwischen der Basis der Tentakeln, dorsal und ventral von der Hypodermis. Lateral endlich bilden vorn die Tentakelganglien die Grenze der Präcerebralhöhle, weiter hinten ein paar dünne Membranen, zu welchen die Enden jener Ganglien ausgezogen sind.

Die Präcerebralhöhle ist ausgekleidet mit einem dünnen Plattenepithel, das nach Woltereck mesenchymatischer Herkunft ist. Eine Kommunikation mit den vier übrigen Hohlräumen des Prostomiums, die sich unter den dortigen Längsmuskeln befinden, ist anscheinend nicht vorhanden.

## Integument.

(Taf. XXVI, Fig. 15—20.)

### a. Cuticula.

Die Cuticula besteht aus zwei Schichten. Schon Fraipont und die früheren Autoren haben das angedeutet, ohne indessen näher auf ihren Bau einzugehen. Ich wurde durch eine Arbeit von Rauther über *Gordius*, in welcher er sehr genaue Angaben über die Cuticula dieser Nematoden macht, auf diesen Teil der Haut aufmerksam, und konnte auch bei *Polygordius* im wesentlichen das gleiche feststellen, ohne daß ich damit diesen metamer gegliederten Wurm in irgend welche Beziehung zu *Gordius* setzen wollte. Rauther unterscheidet bei *Gordius*, wie es bei den Nematoden überhaupt üblich ist, eine äußere oder homogene und eine innere oder faserige Cuticularschicht. Da sich fast alle Merkmale, die er für seine beiden Teile angibt, auch bei *Polygordius* vorfinden, so möchte ich diese Bezeichnungen für unsern Fall acceptieren.

Wenn Fraipont die Cuticula zweischichtig sein läßt, so ist er mit seiner Auffassung doch im Unrecht. Die Tatsache, daß man bei der mikroskopischen Betrachtung des lebenden Wurms in der Fläche der Cuticula zwei Fasersysteme sieht, die sich beinahe rechtwinklig kreuzen (Fraipont, Taf. VII, Fig. 1), und daß beim Drehen der Mikrometerschraube bald das eine, bald das andre Fasersystem deutlicher wird, war der Grund für seine Annahme. Ich fand, daß jene Hautbedeckung, die Fraipont zweischichtig nennt, seine eigentliche Cuticula ein Analogon ist zu der inneren Cuticularschicht von *Gordius*, wie denn Fraipont auf seinen Schnitten (Taf. VII, Fig. 2 u. 3) diese Schicht auch einheitlich gezeichnet hat. Auf Seite 8 seiner Monographie sagt er dann weiter: »La surface toute entière de la cuticule est recouverte par une couche de mucus partout d'égale épaisseur, mucus

excrété par les glandes précitées (Taf. VII, Fig. 3).« Diese vermeintlich von den Drüsen in der Hypodermis abgeschiedene Schleimschicht entspricht der äußeren Cuticula von *Gordius*.

1. Die äußere Cuticula

erscheint auch bei stärkster Vergrößerung völlig homogen und nimmt Farbstoffe nur wenig an. Die meisten Ausführungsgänge der Hautdrüsen durchbrechen sie, weshalb ich diese Schicht nicht wie Fraipont es tut, als eine Excretablagerung jener Drüsen auffasse. In der Cuticula des lebenden Wurmes erblickt man die Mündungen der Ausführungsgänge in Form von kleinen schwarzen Kreuzchen (vgl. Textfig. 10 S. 24). Man trifft nun allerdings auch öfters Schnitte, wie ich auf Taf. XXVI, Fig. 18 gezeichnet habe, bei denen der Excretstoff der Drüse in dem Niveau der äußeren Cuticula ausgebreitet ist, so daß er die Gestalt einer Niete hat. Aber auch in diesem Falle ist das von Natur gelbbraune Excret deutlich von der übrigen umgebenden Substanz der homogenen Schicht zu unterscheiden und setzt sich scharf gegen dieselbe ab. Es hat den Anschein, als werde der äußere Rand der homogenen Cuticula, der nicht ganz glatt ist, sondern kleine Unebenheiten, Erhebungen aufweist, von einer dünnen Membran begrenzt. Wenigstens sieht man an dieser Stelle bei sehr starker Vergrößerung eine dunkle Linie, die auch über das nietenförmig abgeplattete Excret hinwegzieht und von diesem oft etwas nach außen vorgewölbt wird. Wegen der außerordentlich geringen Dicke der homogenen Schicht ist aber die Täuschung möglich, daß jene äußerste dunkle Kontur nur infolge der Lichtbrechung am Rande des Objektes auftritt.

2. Die Beschaffenheit der inneren oder faserigen Cuticula

läßt sich nur unter den günstigsten Bedingungen sichtbar machen. Für gewöhnlich sieht man bei geeigneter Vergrößerung ganz schwach angedeutet, daß sie aus einer Anzahl konzentrischer Schichten zusammengesetzt ist. Bei einigen Würmern, deren Cuticula vielleicht ein ganz klein wenig maceriert war, ergaben sich Bilder, wie Taf. XXVI, Fig. 19. Die einzelnen Lagen haben sich voneinander abgehoben und erscheinen in sich gekörnt. Endlich ist es mir geglückt, auch Schnitte zu erhalten, aus denen deutlich hervorgeht, daß jene scheinbar zusammenhängenden konzentrischen Schichten nichts andres sind als Faserzüge, welche circulär um den Körper laufen. Gleichzeitig werden sie unter rechtem Winkel gekreuzt von radiären Fasern.

Da man beim lebenden Tier auch in der Fläche der Cuticula, wie vorher erwähnt, zwei sich in einem Winkel von 90—120° schneidende Fasersysteme erkennen kann, welche also circulär angeordnet sind, so resultiert für die innere Cuticula ein Gerüst von Fasern, die in drei Richtungen des Raumes verstreichen, nämlich einmal radiär, sodann circulär; letztere aber in zwei sich kreuzenden Systemen. Es sind nun nicht, wie FRAIPONT meinte, nur zwei konzentrische Cuticularschichten vorhanden, die jenes Gitterwerk in der Fläche der Haut erzeugen, sondern aus dem Gesagten geht ja bereits hervor, daß es sich um eine ganze Anzahl von Circulärfaseranlagen handelt. Wenn man mit einer sehr starken Vergrößerung die Haut eines lebenden *Polygordius* betrachtet und entsprechend vorsichtig den Tubus des Mikroskops auf und ab bewegt, so erkennt man, daß die Richtung der Fasern jeder einzelnen Lage mit der nächstfolgenden jenen Winkel von 90—120° bildet, und daß sie erst mit der der zweitnächsten übereinstimmt. Auf den Schnitten erscheinen die circulären Fasern oft als zusammenhängende Schichten, da sie wahrscheinlich wie bei *Gordius* in eine »Kittsubstanz« gehüllt sind, welche durch ihre Breite die Lücken zwischen den einzelnen Fasern fast ausfüllt. Eine »Grundsubstanz« zwischen den Faserzügen habe ich bei *Polygordius* ebensowenig wie RAUTHER bei *Gordius* erkennen können.

Textfig. 10.
Schema der Cuticula in der Aufsicht. Die Kreuzchen sind die Mündungsstellen der Hypodermisdrüsen.

Die innere Cuticula von *Gordius* faßt RAUTHER auf als zusammengesetzt aus:

1) einem nach drei Richtungen entwickelten Gerüst feinster plasmatischer Fibrillen, deren Schnittpunkte als körnerartige Verdickungen erscheinen, und

2) einer »Kittsubstanz«, welche in der Richtung der horizontalen Fibrillenzüge um die sie sich ablagert, zu mächtiger Entwicklung gelangt und auf diese Weise »Faserzüge« bildet (S. 9).

Bei den so kleinen Dimensionen der Cuticula von *Polygordius*, wo diese Faserzüge eben an der Grenze der Sichtbarkeit stehen, ist die Möglichkeit einer durch Interferenz bewirkten optischen Täuschung stets vorhanden. Ich konnte mit Sicherheit nur das besprochene Netzwerk von Fasern nachweisen, in welchem sich aber die Schnittpunkte der drei Fasersysteme nicht als Verdickungen von den übrigen Teilen abheben, wie sie es bei *Gordius* tun.

Rauther sucht zu begründen, daß die »faserige Cuticula von *Gordius* als ein intracytäres Differenzierungsprodukt der Epidermis zu bezeichnen« sei, während er »in der homogenen Cuticula von *Gordius* eine Bildung« erblickt, »die ihren wesentlichen Bestandteilen nach und als extracytäre Differenzierung einem Ciliensaume für homolog zu erachten ist«. Wenn auch die Cuticula bei *Polygordius* dem Bau nach der von *Gordius* ähnlich ist, wie ich eben zu zeigen versuchte, so möchte ich hier doch nichts über die Auffassung derselben äußern, da eben gerade die zu einer Entscheidung so notwendigen Einzelheiten wegen der geringen Dimensionen des Objektes mit unsern heutigen optischen Hilfsmitteln nicht zugänglich sind. Ich will nur erwähnen, daß z. B. am Mund und After, die Cuticula, wo sie in den Ciliensaum des Darmes übergeht, und wo man vielleicht am ehesten die Verhältnisse klären zu können hofft, so dünn wird, daß man sie gerade noch als doppelt konturiert erkennen kann. Dabei ist es natürlich völlig unmöglich, irgend welche Strukturen in ihr wahrzunehmen.

### b. Hypodermis.

Die Angaben, welche Fraipont über die unter der Cuticula gelegene Zellschicht, die Hypodermis, gemacht hat, kann ich im allgemeinen bestätigen. Die Hypodermiszellen sind bald kubisch, bald haben sie nach der Höhe ihre größte Ausdehnung, bald nach der Breite. Die Kerne sind dementsprechend rund oder spindelförmig mit der Längsachse in der Richtung des größten Durchmessers ihrer Zelle. Bei jungen Würmern sind die Zellen meist höher als breit. Je mehr sich die Tiere dem Stadium der Geschlechtsreife nähern, desto mehr nimmt die Dicke der Hypodermis ab, d. h. ihre Zellen werden jetzt niedriger als breit. Ob sich dabei die ursprünglich hohen Zellen in diese neue Form umwandeln, oder neue an ihre Stelle treten, vermag ich nicht zu entscheiden.

Mit ihrem proximalen Ende ruhen die Hypodermiszellen alle auf der sogenannten Stützlamelle oder Basalmembran, die wohl

ein Produkt dieser Zellen selbst ist. Während die Basalmembran nach gewöhnlicher Tinktion auf den Schnitten als einfache intensiv gefärbte Linie erscheint, fand ich auf den Präparaten, die ich zur Untersuchung des Nervensystems nach der Bielschowskyschen Methode mit Silber imprägniert hatte, daß sie aus einzelnen Fasern besteht, die sich, ähnlich den Circulärfasern der Cuticula, etwa rechtwinklig schneiden. Da die Fasern sich nach der Behandlung mit Silbernitrat tief schwarz erwiesen, schwärzer als die Nervenfibrillen, so erhielt ich überaus klare und deutliche Bilder von diesem Netzwerk.

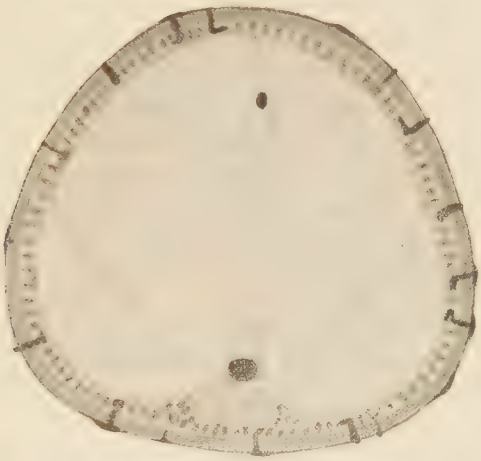
Innerhalb der Hypodermiszellen kann man auf der der Cuticula zugekehrten Seite eine feine senkrecht zur Hautfläche gerichtete Streifung erkennen, wie sie Rauther auch bei den entsprechenden Zellen von *Gordius* gefunden hat. Auch ich möchte mich seiner Deutung anschließen, daß diese Streifen von Fasern herrühren, die mit den radiären Fasern der inneren Cuticula in Verbindung stehen. Doch ist es wegen der Kleinheit des Objekts hier ebenfalls nicht möglich, die Tatsachen sicher festzustellen.

Die einzelligen Drüsen, welche in der Hypodermis liegen, sind beim jungen Wurm weniger zahlreich vorhanden, und ihr Excret nimmt nicht so viel Raum ein, als bei älteren Tieren. Oft ist der Ausführungsgang der Drüse innerhalb der Hypodermis, also noch proximal von der Cuticula, mehrfach gewunden. Bei älteren Polygordien, bei denen wahrscheinlich eine viel lebhaftere Stoffausscheidung stattfindet, sind dann die mit Excret gefüllten Ausführungsgänge beinahe eben so dick als die Drüsen selbst. Sie durchbrechen die beiden Cuticularschichten, so daß sich der Drüseninhalt nach außen ergießt. Wie erwähnt, breitet er sich innerhalb der homogenen Cuticula manchmal plattenförmig aus, doch ist es mir sehr zweifelhaft, ob jene äußerste Hautschicht nur aus solchem abgelagerten Excret besteht (Taf. XXVI, Fig. 18).

Überall in die Haut verstreut sind helle Zellen, die je einen kleinen kolbenartigen Fortsatz durch die Cuticula senden. Ihrem ganzen Habitus nach scheint es sicher zu sein, daß es Tastorgane sind, auf die ich daher in dem Abschnitt über Sinnesorgane näher eingehe (Taf. XXVI, Fig. 18 u. Textfig. 11).

Endlich finden sich in der Hypodermis noch vereinzelte Zellen, welche die Höhe des sie umgebenden Epithels nicht erreichen. Sie liegen vielmehr der Basalmembran an und haben einen ovalen Kern. Manchmal sind ihre Enden zu Spitzen ausgezogen, so daß man meinen könnte, von da gingen Fasern aus, doch konnte

ich solche wegen der starken Tingierbarkeit der Stützlamelle nie neben dieser nachweisen. Vielleicht sind es Ganglienzellen, die hier einzeln in der Haut auftreten, wie schon Fraipont vermutete, und wie Rauther auch bei *Gordius* fand (Taf. XXVI, Fig. 17).



Textfig. 11.
Schematischer Querschnitt durch einen älteren Wurm zur Veranschaulichung der Verteilung der Hypodermisdrüsen und Sinneskölbchen.

### Muskulatur.

Fraipont zählt am Schlusse des betreffenden Kapitels (S. 17) die sieben verschiedenen Muskelgruppen auf, welche er bei *Polygordius neapolitanus* gefunden hat:

1) Les champs musculaires longitudinaux.
2) La couche musculaire annulaire du segment caudal.
3) Les bandes musculaires obliques.
4) Les cloisons mésentériques avec les sphincters annulaires.
5) La lame musculaire ventrale post-buccale.
6) Les muscles rétracteurs du pharynx.
7) Les muscles rétracteurs des fossettes vibratiles.

Er fügt dann noch die Muskeln hinzu, welche nach den Angaben früherer Autoren bei andern Polygordien auftreten sollten: »Exceptionellement il existerait des muscles dans la paroi de l'oesophage (*Polygordius lacteus*), des fibres musculaires dans la paroi de l'intestin (*Polygordius apogon*), une couche musculaire annulaire sous-hypodermique et des couches longitudinales et transversales à l'intestin (*Polygordius villoti*).«

Die hier erwähnten Ringmuskeln unter der Haut und die aus

Längs- und Ringfasern bestehende Darmmuskulatur sind auch bei *Polygordius neapolitanus*, *lacteus* und *appendiculatus* vorhanden. Mit Hilfe des gerade die contractile Substanz vorzüglich färbenden Heidenhainschen Eisenhämatoxylins gelingt es leicht, diese feinen Fibrillen darzustellen, die mit andern Farbmitteln, besonders den von Fraipont angewendeten, stets übersehen werden mußten.

Ich werde nun die einzelnen Muskelgruppen näher besprechen, wobei ich jedoch diejenigen nur ganz kurz behandle, die von Fraipont erschöpfend und richtig beschrieben sind, dagegen füge ich seiner Aufzählung einige erst von mir gefundene hinzu:

Die gesamte Muskulatur des *Polygordius* besteht aus:

1) Hautmuskelschlauch:
   a. Längsmuskeln,
   b. Ringmuskeln,
   c. Dorsoventralmuskeln der Schlundregion,
2) Analsphincter,
3) Transversalmuskeln,
4) Septenmuskeln,
5) Wimpergrubenretractoren,
6) Kopffaltenretractoren,
7) Mundsphincter und Pharyngealquermuskel,
8) Darmmuskulatur:
   a. Ringmuskeln und Sphincter,
   b. Dorsoventralmuskeln,
   c. Längsmuskeln,
9) Schlundretractoren,
10) Darmträger im Pygidium.

### 1. Hautmuskelschlauch.

#### a. Längsmuskeln.

Die in vier Feldern angeordnete Längsmuskulatur setzt sich zusammen aus Muskellamellen, die senkrecht zur Körperwand dicht nebeneinander stehen. Auf ihrer proximalen Seite liegen die länglichen Kerne mit ziemlich viel Chromatin. Jede einzelne Lamelle erstreckt sich durch mehrere Segmente hindurch und enthält zwei Reihen von Myofibrillen, die ein schmales Plasmaband zwischen sich haben. Auf einem Querschnitt erscheinen die contractilen Fasern als schwarze Punkte nach der Färbung mit Eisenhämatoxylin, und wenn gerade ein Kern getroffen ist, sieht man, daß er die proximalen

Enden der Myofibrillenreihen ein wenig auseinander drängt. Kern und Fibrillen sind von dem Zellplasma überzogen.

Vorn reichen die mesodermalen Längsmuskeln nur bis an die Basis des Prostomiums und werden von vier auf Längsschnitten deutlich dunkler gefärbt erscheinenden Muskelgruppen weit in den Kopfzapfen hinein fortgesetzt. Die wenigen Muskeln jener vier Fortsätze haben beinahe rundliche Querschnitte, denn die Breite und Zahl der Lamellen hat schon in der Schlundregion entsprechend der Verjüngung des Schlunddoppelsegments abgenommen. Da die Vorderenden der Längsmuskeln der Rumpfanlage in drei (die beiden dorsalen Felder zusammen in einen) Larvenmuskeln übergehen, welche dazu dienen, bei der Metamorphose die Scheitelplatte mit dem Rumpf zu verbinden, wie Wolterecк gezeigt hat (vgl. seine Textfig. 3 auf S. 17 in den Troch.-Stud. 1902), und da die mesodermalen Längsmuskeln nur bis an die Basis des Kopflappens gezogen werden, so ist es wahrscheinlich, daß jene vier Fortsätze Reste dieser Larvenmuskeln sind, indem sich der unpaare dorsale nachträglich in zwei Hälften geteilt hätte (Taf. XXV, Fig. 3).

Textfig. 12.
Querschnitt durch eine Längsmuskellamelle.

Im Pygidium sind, wie bereits erörtert, die vier Längsmuskelfelder in eine Anzahl von 28 bis 30 kleiner Muskelgruppen aufgelöst (Taf. XXVI, Fig. 12).

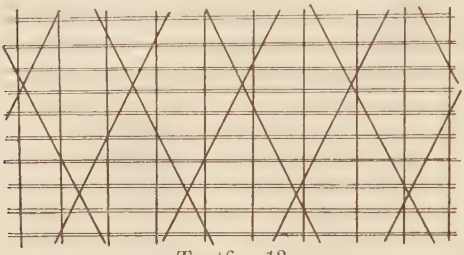
Erwähnen will ich gleich hier im Anschluß an die Besprechung der Längsmuskeln, daß sich zwischen den Lamellen hin und wieder vereinzelte Kerne vorfinden, die auch C. K. Schneider in seinem Lehrbuch der vergl. Histologie der Tiere 1902, Seite 365 beschreibt. Ich teile seine Ansicht, daß diese Kerne zu einem äußerst schwach entwickelten Bindegewebe zwischen der Längsmuskulatur gehören.

### b. Ringmuskeln.

(Taf. XXVI, Fig. 21, Taf. XXIX, Fig. 56.)

Zwischen der starken Längsmuskulatur und der Hypodermis befinden sich feine Ringmuskelfasern, welche der Stützlamelle auf ihrer proximalen Seite dicht anliegen, so daß sie auf Querschnitten durch den Wurm nur schwer zu sehen sind. Um so deutlicher machen

sie sich auf Längsschnitten als durch Eisenhämatoxylin stark geschwärzte Punkte mit geringen Zwischenräumen bemerkbar. Am schönsten sind die Ringmuskeln auf Tangentialschnitten durch die Körperwand zu erkennen. Ein solcher Schnitt zeigt, daß sie in drei verschiedenen Richtungen verlaufen. Die einen, häufigsten und in regelmäßigen Abständen einander folgenden liegen in zur Längsachse des Körpers senkrechten, die andern willkürlicher und mit größeren Zwischenräumen angeordneten in zu den vorigen nach vorn und hinten unter gleichem Winkel geneigten Ebenen (Taf. XXVI, Fig. 21).



Textfig. 13.

Schema des Hautmuskelschlauchs im Flachschnitt. Die von den drei Ringmuskelsystemen gekreuzten Längsmuskeln doppelt konturirt.

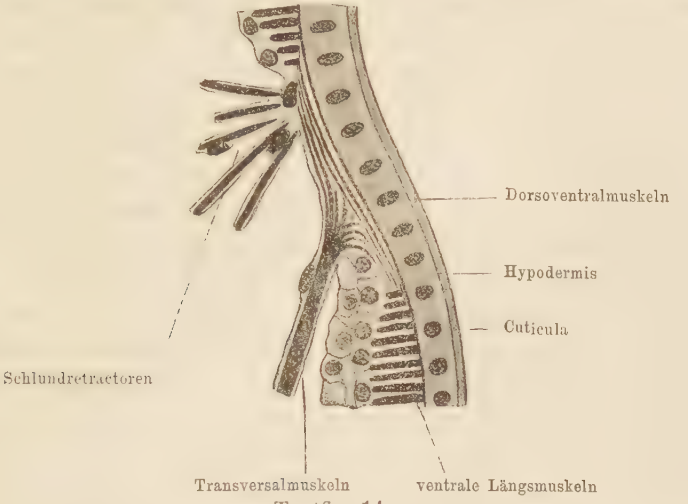
### c. Dorsoventralmuskeln der Schlundregion.

(Taf. XXV, Fig. 4—9.)

In den von Woltereck »Seitenfalten« genannten Teilen der gefalteten Rumpfanlage einer Endolarve verlaufen Muskeln, welche durch ihre Kontraktion bei der Metamorphose die Dorsal- und Ventralfalte vereinigen. Entsprechend der Auffaltung und Umkehr der rostralen Enden des Rumpfkeimes sind diese Dorsoventralmuskeln vorn am längsten. Bei ausgewachsenen Würmern ist nun im Rumpf keine Spur von diesen Muskeln mehr zu entdecken, wohl aber finden sich Reste von ihnen in der Schlundregion. In der Gegend der Seitenlinien, da wo die Transversalmuskeln an der Körperwand inserieren, sieht man in der Ringmuskelschicht kurze, durch ihre intensive Schwärzung mit Eisenhämatoxylin sich als contractil erweisende Fasern, welche dorsoventral zwischen den beiden Längsmuskelfeldern jeder Körperseite ausgespannt sind. Im ersten Segment, wo die »Seitenfelder« rostrad ihre größte Breite erreichen, sind diese Dorsoventralmuskeln am längsten, nach hinten werden sie immer kürzer, bis sie in der Gegend des dritten Segments sich nicht mehr nachweisen lassen.

Da *Polygordius neapolitanus* aus einer Exolarve entsteht, bei welcher jene Auffaltung des Rumpfkeimes in Wegfall kommt, sollte man meinen, daß keine derartigen Muskeln vorhanden wären. Trotzdem kann man sich bei der Betrachtung analoger Querschnitte durch

das Vorderende dieses Wurms überzeugen, daß sie auch hier nicht fehlen. Ihre Existenz möchte ich dadurch rechtfertigen, daß bei *Polygordius neapolitanus* das rostrale Ende der Rumpfanlage ein wenig trichterförmig erweitert ist, so daß wohl auch hier vor der Metamorphose die dorsalen Längsmuskelfelder weiter als im definitiven Stadium von den ventralen getrennt sind und durch derartige




Textfig. 14.
Schema der Dorsoventralmuskeln in der Schlundregion.

Muskeln später einander genähert werden. Also auch in diesem Stück sind *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* identisch, obwohl man nach der verschiedenen Anlage des Rumpfes bei beiden gerade hier einen Unterschied vermuten könnte.

### 2. Analsphincter.

(Taf. XXVI, Fig. 10, 11, 14.)

Der Anus kann geschlossen werden durch einen gewaltigen Ringmuskel, der sich im letzten Viertel des Pygidiums unter der Hypodermis befindet. Dieser Analsphincter besteht aus einer Anzahl sehr starker Muskelfasern, deren Kerne proximal, also dem Körperinnern zugewendet liegen. Rostral kann man keine bestimmte Grenze für ihn bezeichnen, denn man findet noch Ringmuskelfasern in der Gegend des präanalen Drüsenringes, allerdings von schwächerem Durchmesser. Die Längsmuskeln reichen ja bis in diese Region des Pygidiums, und da ist es interessant zu sehen, wie die Ringmuskelfasern proximal von ihnen verlaufen. Bis zu dem eigentlichen

Analsphincter mit den starken contractilen Fasern gelangen aber die Längsmuskeln nicht, und so liegt jener der Stützlamelle dicht an (Taf. XXVI, Fig. 14).

### 3. Transversalmuskeln.

Die einzelnen Bündel, 8—12 in jedem Segment, der von mir bereits in dem Abschnitt über das Cölom erörterten Transversalmuskeln bestehen aus einer Anzahl von Fibrillen, die in der Mitte ihres Verlaufs zu einem zwei bis drei Fasern starken und sechs bis acht Fasern breiten Band zusammengedrängt sind, während ihre Enden divergieren und zwar hauptsächlich in der Längsrichtung des Rumpfes. Jede einzelne Faser wird von einer Zelle gebildet, deren spindelförmiger Kern meist ein Stück von der Mitte nach einem Ende der Faser verschoben ist. Dabei liegen die Kerne der Muskelzellen eines Bündels alle an verschiedenen Stellen, so daß man solche auf dessen ganzer Länge verteilt findet. In den beiden ersten Segmenten, wo der Abstand der dorsalen Längsmuskelfelder von den ventralen allmählich immer größer wird, ziehen die distalen Enden der Transversalmuskelfasern, besonders die nach der Dorsalseite umbiegenden ein ganzes Stück an der Körperwand entlang bis dicht an die ersten Muskellamellen jener Felder. Distal von diesen Ausläufern befinden sich die vorher besprochenen kleinen Dorsoventralmuskeln, welche leicht von ihnen daran zu unterscheiden sind, daß sie von den ventralen bis zu den dorsalen Längsmuskeln geradlinig verstreichen, während jene immer nur das eine der beiden Felder berühren und etwa in der Mitte zwischen beiden einen Bogen beschreiben, um in die Hauptrichtung des ganzen Bündels überzugehen (vgl. Textfig. 14). Hier in der Schlundregion entfernen sich auch die ventralen Insertionsstellen der Transversalmuskeln immer mehr von der Bauchmittellinie, so daß die sonst etwa rechtwinklig gegeneinander geneigten Bündel der beiden Seiten des Wurmes allmählich fast parallel sind. Dabei werden die Transversalmuskeln im Zusammenhang mit der Verjüngung der beiden Cölomdivertikel immer kürzer, bis sie endlich ganz verschwinden (Taf. XXV, Fig. 4—9).

In dem Perirectalraum sind keine Transversalmuskeln vorhanden, was ich als einen Beweis dafür ansehe, daß jener nicht cölomatisch ist.

### 4. Septenmuskeln.

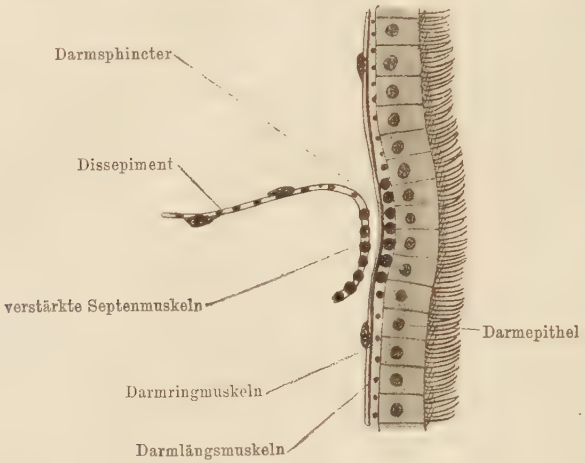
(Taf. XXVI, Fig. 22.)

Zwischen den beiden Cölothelien, welche jeweils ein Septum bilden, befinden sich Muskelfibrillen, die Septenmuskeln, durch deren Kontraktion die für gewöhnlich schlaffe und nach vorn oder hinten vorgewölbte Membran straff gespannt werden kann. Die meisten dieser Muskeln verlaufen von der dorsalen Mittellinie nach der ventralen und inserieren an der Stützlamelle der Haut. Dagegen erreichen die in der Nähe des äußeren Randes des Dissepiments verstreichenden jene beiden Anheftungsstellen nicht, sondern enden am Hautmuskelschlauch. A. Schneider behauptet S. 55, daß die Septenmuskeln bei *Polygordius lacteus* »von der Rücken- und Bauchlinie ausstrahlend sich in den Seitengegenden kreuzen«. Ich habe niemals eine solche Kreuzung bemerkt, sondern immer fand ich die einzelnen Fibrillen beinah einander parallel oder konzentrisch angeordnet, und nur die der proximalen Septenhälfte zugehörigen mit ihren Enden nach den beiden Linien konvergierend. Auf Schnitten, in denen ein Teil des Dissepiments flach getroffen ist (die man wegen jener Wölbung sehr selten erhält), lassen sich die zu den Muskeln gehörenden langen und dunklen Kerne leicht von den hellen, rundlichen der bedeckenden Peritonealmembranen unterscheiden (Taf. XXVI, Fig. 22).

Eine besondere Ausbildung haben die Septenmuskeln an dem Rand der erwähnten Septenspalten erhalten. Sie haben hier die Funktion übernommen, diese Spalten, durch welche die einzelnen Segmente in Verbindung stehen, für gewöhnlich durch ihre Kontraktion geschlossen zu halten und nur für den Bedarfsfall, wenn irgend welche in der Leibeshöhlenflüssigkeit suspendierte Körper (z. B. Eier oder Sperma) aus einem Segment ins andre gelangen sollen, diesen den Durchtritt zu gestatten. Um einen sicheren Abschluß zu erreichen, sind diese Septenmuskeln gegenüber den übrigen bedeutend verstärkt, und außerdem ist der freie Rand des Dissepiments an der Spalte nach vorn rechtwinklig umgeschlagen, so daß ein Teil von dessen Fläche dem Darm durch die Tätigkeit jener Muskeln angepreßt wird.

Die Weiterbeförderung von festen Körpern durch die Septenspalten wird bewirkt durch die Spannung des vorhergehenden Septums, welche das Lumen der Leibeshöhle verkleinert und einen Teil von deren Inhalt durch den Spalt des folgenden preßt,

wie man am lebenden Wurm beobachten kann. Dagegen sieht man, daß bei den Kontraktionen des Hautmuskelschlauchs und der Transversalmuskeln, welche ja auch eine Verringerung des Cölomvolumens




Textfig. 15.
Schematischer Längsschnitt durch die Darmwand mit Septenspalt.

bedingen, die Dissepimente durch eine stärkere Wölbung dem Druck der Leibeshöhlenflüssigkeit nachgeben, ohne daß die Spalten geöffnet werden.

### 5. Wimpergrubenretractoren.

Die beiden Epitheleinsenkungen an der Basis des Kopflappens können durch starke Muskelfasern, die Wimpergrubenretractoren, vollends eingezogen werden. Interessant ist an diesen Muskeln, daß sie nicht an irgend einem Punkt des Kopfinneren mit ihrem einen Ende angeheftet sind, sondern sie sind quer von der einen Riechgrube zur andern gespannt, so daß sie immer gleichzeitig beide zurückziehen (Textfig. 16, S. 54).

### 6. Kopffaltenretractoren.

Von dem dorsalen Rand der Kopffalte ziehen senkrecht durch den mittleren Fortsatz der Schlundhöhle mehrere Muskelfibrillen, die mit ihrem oberen Ende an der Stützlamelle der Hypodermis befestigt sind. Sie dienen dazu, die Kopffalte noch mehr einzuziehen. Fraipont erwähnt sie nicht, sondern hat sie für Nervenfasern gehalten, denn auf dem Schnitt Taf. V, Fig. 11, wo sie deutlich zu sehen sind, bezeichnet er sie mit *f.n.* = fibrilles nerveuses.

### 7. Mundsphincter und Pharyngealquermuskel.

Im Innern der die äußere Mundöffnung bildenden Hautfalte verläuft ein starker, aus zahlreichen Fasern bestehender Ringmuskel, den ich Mundsphincter nennen will. Er dient zum verschließen des Eingangs in den Vorderdarm (Taf. XXV, Fig. 4 u. 5).

Caudal von ihm liegen ebenso kräftige Muskelfasern auf der Innenseite der ventralen Körperwand, senkrecht zur Längsachse des Wurms. Auf Querschnitten scheint es, als ob diese Muskeln Ausläufer der Transversalmuskeln seien, die hier ununterbrochen von der einen Seite des Körpers zur andern ziehen. Aber bei genauerer Betrachtung sieht man, daß es sich um besondere Muskeln handelt, die nur teilweise mit den Transversalmuskeln in Verbindung treten (Taf. XXV, Fig. 6—8). Dieser Pharyngealquermuskel, wie ich ihn nach seiner Lage unter dem Pharynx nennen will, unterstützt den Mundsphincter dadurch, daß er die Körperwand hinter dem Mund verschmälert. Er reicht ein Stück weit in die Gegend des zweiten Segments.

### 8. Darmmuskulatur.

#### a. Ringmuskeln und Sphincter.

Der ganze Darmtractus ist umgeben von Ringmuskeln, welche in regelmäßigen Abständen auftreten. Jeder von diesen ist ein kleines Band, in dem man nach geeigneter Differenzierung eine Anzahl feinster Fibrillen erkennt (Taf. XXVI, Fig. 23, Taf. XXVII, Fig. 24).

In der Gegend der Dissepimente werden sie unterbrochen von breiten, aus starken Fasern zusammengesetzten Muskelbändern, welche als Sphincter die einzelnen Darmsegmente abschnüren können. Fraipont hat sie bei *Polygordius neapolitanus* gesehen, faßt sie aber als Anhänge der Septen auf. Er mag zu dieser Annahme durch eine Täuschung gelangt sein, zu welcher die Betrachtung eines frontalen Längsschnittes leicht führt. Wie bei den Septenmuskeln beschrieben, legen sich nämlich die proximalen Randflächen der Dissepimente der Darmwand für gewöhnlich straff an, um die dort befindlichen Septenspalten zu schließen. Da nun die Septenmuskeln in dieser Gegend selbst sehr stark ausgebildet sind, so kann man bei geschlossenem Spalt, wo sie fest auf den Sphincter gepreßt sind, tatsächlich nicht erkennen, ob die Querschnitte der Muskeln, die man auf einem Schnitt sieht, zum Darm oder Dissepiment gehören (vgl. Textfig. 15).

E. Meyer, der die Darmmuscularis auch übersehen hat, kommt, ohne klare Beweise dafür zu haben, der Wahrheit näher, wenn er in seinen Stud. üb. d. Körperbau d. Annel. 1901, S. 275 sagt: »Im Gegensatz zu Fraipont's Ansicht zähle ich diese Elemente Sphincter) nicht zu den Bestandteilen der intersegmentalen Septen, sondern möchte dieselben eher als den Rest einer einst viel stärker entwickelten Darmmuskulatur deuten.« Man trifft eben die Septenspalten auf Schnitten selten geöffnet an. Unter meinen zahlreichen Präparaten befinden sich aber doch einige mit offenem Spalt, aus denen die Sachlage mit einem Schlage deutlich wird. Zum Vergleich herbeigezogene Querschnitte zeigen denn auch, daß die Sphincter wirklich ringförmig den Darm umgeben, während jene verstärkten Septenrandmuskeln dorsoventral verlaufen.

Eine besondere starke Ausbildung des vordersten Darmsphincters (zwischen dem zweiten und dritten Segment), wie sie sich bei jungen Würmern findet, ist bei ausgewachsenen Polygordien nicht mehr zu konstatieren.

Die Ringmuskeln um den Enddarm sind etwas stärker als die um den Mitteldarm (Taf. XXVI, Fig. 13, 14).

### b) Dorsoventralmuskeln.

Zwischen den einzelnen Ringmuskelbändern sind ebenso zahlreiche und ihnen im Aussehen völlig gleichende Muskeln vorhanden, die aber über und unter dem Darm sich nicht zu Ringen schließen, sondern in den Mesenterien weiter ziehen und dorsal und ventral an der Stützlamelle der Haut befestigt sind. Ich nenne sie Dorsoventralmuskeln (Taf. XXVII, Fig. 32).

### c) Längsmuskeln.

An den Seiten der Darmwand laufen parallel zur Längsachse des Wurmes Längsmuskelbänder, die wie die Ringmuskeln aus feinen Fibrillen zusammengesetzt sind. Sie sind etwas schmaler und etwa doppelt so weit voneinander entfernt wie jene. Wie bei allen Anneliden befinden sich diese Längsmuskeln distal von den Ringmuskeln des Darmes. (Nur die Capitelliden zeigen hierin ein entgegengesetztes Verhalten. Nach Eisig liegen bei diesen Polychäten die Längsmuskeln innerhalb der Ringmuskulatur.)

Tangentialschnitte entlang der Darmwand zeigen alle drei unter a, b, und c genannten Muskelarten als ein Gitterwerk von sich senkrecht kreuzenden Fasern (Taf. XXVII, Fig. 24). Distal ist die Darm-

muscularis von den Splanchnopleuren bedeckt, deren helle runde Kerne sich von den dunkleren langgestreckten jener Muskeln deutlich unterscheiden.

Am Vorderdarm, dem Teile des Verdauungstractus, der vor dem ersten großen Dissepiment, also in der Peripharyngealhöhle liegt, wird das sonst ziemlich klare Bild der Muscularis undeutlicher. Weil die Splanchnopleuren den Oesophagus nicht berühren, sind keine Mesenterien vorhanden, und mit diesen fehlen die Dorsoventralmuskeln. Der Darm wird hier durch die gleich nachher zu besprechenden Schlundretractoren und ein dorsales mediales Ligament, das auch das Rückengefäß in seiner Lage hält, getragen. Die proximalen Enden der schräg nach vorn gerichteten Schlundretractoren biegen, sobald sie das Darmepithel erreicht haben, vollends in die Richtung des Oesophagus um, und verlaufen noch ein Stück weit über dessen Oberfläche. Zwischen sie mischen sich noch eine Menge andrer Fasern, die ich mehr für Bindegewebe und Nervenfibrillen ansehen möchte, als daß ich behaupten wollte, sie seien alle contractil. Aus diesen zahlreichen in verschiedenen Richtungen durcheinander geflochtenen Fasern entsteht ein Belag, der sich auf Querschnitten hell von dem dunkleren Schlundepithel abhebt und granuliert erscheint wegen der geschwärzten Schnitte jener Fasern. Diesen Belag sah A. Schneider (1868, S. 55) insgesamt für die Muskulatur des Schlundes an (er meinte außerdem, das seien die einzigen Darmmuskeln bei *Polygordius lacteus*), denn er sagt: »Den Oesophagus könnte man von außen für ein gewöhnliches Darmsegment halten, allein auf Querschnitten zeigt er denselben Bau, wie der Oesophagus eines Nematoden, nur daß die Muskelschicht verhältnismäßig dünn ist.«

In dem Abschnitt über den Oesophagus werde ich näher auf den Belag eingehen. Die Ring- und Längsmuskeln des Darmes werden aus ihrer regelmäßigen Lage durch dieses Fasergewirr verdrängt, so daß man sie nur unter günstigen Umständen an einzelnen Stellen des Vorderdarmes nachweisen kann. Sie sind aber auch hier sicher überall vorhanden, denn ich habe das typische Gitterwerk, das sie bilden, bis dicht an den Mundrand verfolgen können.

### 9. Schlundretractoren.

(Taf. XXV, Fig. 5—9.)

Zwischen dem Vorderdarm und den Körperwänden sind in der Schlundregion vier Gruppen von Muskeln ausgespannt, nämlich zwei

laterale und je eine dorsale und ventrale. Fraipont hat nur die beiden lateralen beschrieben. Jede von ihnen enthält eine beträchtliche Anzahl starker Fasern, die reichlich von Plasma umgeben sind. Die Fasern inserieren an der Stützlamelle der Hypodermis im Bereich der vier Hauptlinien des Rumpfes (Seiten-, mediane Rücken- und Bauchlinie), ziehen von da divergierend schräg nach vorn durch den Peripharyngealraum und sind an den entsprechenden Seiten des Oesophagus angeheftet, begleiten ihn aber innerhalb des erwähnten Belags noch ein Stück weit nach vorn. Während die dorsalen und lateralen Gruppen dieser Schlundretractoren rostrad in der Gegend des Darmes, wo er nach der Bauchseite zur Mundöffnung umbiegt, beginnen und von da bis an das erste große, in Wirklichkeit zweite, Dissepiment reichen, treten die ventralen Rückziehmuskeln erst hinter dem Pharyngealquermuskel auf, also etwa im ersten Drittel des zweiten Segments, lassen sich aber im Gegensatz zu jenen noch durch die nächsten Segmente verfolgen.

Wie Woltereck in der zitierten Stelle aus seinem Breslauer Vortrag 1905 gezeigt hat, entstehen diese Schlundretractoren aus dem Mesenchymbelag des Larvenschlundes und liegen demgemäß in der primären Leibeshöhle. Das geht aus ihrem Verhalten in der Schlundregion deutlich hervor, ebenso aber auch aus der Lage der ventralen Gruppe im dritten und den folgenden Segmenten, wo deren Fasern rechts und links vom Bauchgefäß, aber proximal der Mesenterien verlaufen. Die dorsale Muskelgruppe wird übrigens durch das Rückengefäß ebenfalls in zwei laterale Hälften geteilt.

### 10. Darmträger im Pygidium.

(Taf. XXVI, Fig. 10—14.)

Wie ich bereits in dem Abschnitt über die Perirectalhöhle andeutete, wird der Enddarm in seiner Lage gehalten von Plasmabändern, welche teilweise stärkere Muskelfasern (Darmträger) enthalten. Diese Muskeln sind in radiärer Richtung, 8—14 an Zahl, nach allen Seiten zwischen Darm und Körperwand ausgespannt.

### Darmkanal.

Man kann nach der Histologie und der Funktion drei verschiedene Abschnitte am Darm unterscheiden. Am Anfang befindet sich der Vorderdarm, von Fraipont eingeteilt in Pharynx und Oesophagus; auf ihn folgt, fast durch den ganzen Wurm verlaufend, der Mitteldarm, an den sich hinten der kurze Enddarm, das Rectum, anschließt.

### 1. Vorderdarm.

#### a. Mund und Pharynx.

(Taf. XXV, Fig. 1, 4—6.)

Wie ich in der allgemeinen Übersicht angab, kann man an dem ventral gelegenen Mund eine innere und eine äußere Öffnung unterscheiden. Der hintere Rand der annähernd kreisförmigen

äußeren Mundöffnung,

den ich Unterlippe nennen will, ist mäßig gelappt. Die Hypodermis schlägt sich auf dem ganzen Umkreis des Mundes nach innen um und geht in das Darmepithel über, doch nicht unmittelbar, sondern erst nachdem sie vorn ein Atrium gebildet hat, an das sich hinten ein Kehlblindsack anschließt. Die seitlichen Epithelien des geradlinig in der Längsrichtung des Wurmes verstreichenden Vorderdarmes nämlich vereinigen sich hier in der Mundregion ventral nicht, sondern nähern sich nur einander, so daß ein Spalt zwischen ihnen frei bleibt; dann biegen sie jedes nach außen um und umschließen einen zweiten Hohlraum, eben jenes Atrium und den Kehlblindsack, ventral von dem ersten durch sie gebildeten Hohlraum, dem Schlundinneren. Da dicht vor der Mundöffnung sich das Hautepithel als Kopffalte abermals einsenkt, so ist der Vorderrand des Mundes nur ein schmaler Wall der Körperwand zwischen Kopffalte und Atrium. Das Innere dieser Oberlippe ist hohl und erweist sich als ein Teil des Peripharyngealraumes.

Jene das Darminnere mit dem Kehlblindsack und dem Atrium verbindende Längsspalte ist

die innere Mundöffnung.

Eine Epithelverdickung der Vorderwand des Pharynx ragt in sie median hinein, so daß sie sich rostrad in zwei seitliche Spalten gabelt. Hinten reicht diese innere Mundöffnung bis an das Ende des ersten Segments, wo auch der Kehlblindsack, der sich hier schnell verjüngt, in den Darm übergeht.

Der Vorderdarm verläuft frei durch die Peripharyngealhöhle, nur dorsal ist er aufgehängt an dem Ligament, das zugleich das Rückengefäß trägt; außerdem halten ihn die vier Gruppen der Schlundretractoren. Während nun sein ventrales Epithel vom ersten großen Dissepiment bis zum Mund geradlinig verläuft, biegt seine dorsale Wand etwa in Höhe der Unterlippe nach der Ventralseite um und geht in die Hypodermis der Oberlippe über. An der Stelle, wo

er sich abwärts neigt, verläßt ihn das Aufhängeband; auch die Schlundretractoren reichen nur bis hierher. Da Fraipont diesen ersten Teil des Vorderdarmes Pharynx genannt hat, will ich diese Bezeichnung beibehalten, obwohl sich eigentlich keine morphologischen oder physiologischen Unterschiede vom Oesophagus, dem folgenden Darmabschnitt, zeigen.

### b. Oesophagus.

(Taf. XXV, Fig. 6—9.)

Den übrigen Teil des Vorderdarmes nenne ich Oesophagus. Er erstreckt sich durch die Peripharyngealhöhle bis in die nächsten Segmente und geht allmählich in den Mitteldarm über, so daß es nicht möglich ist, eine scharfe Grenze zwischen beiden anzugeben. Der Oesophagus hat einen Querschnitt von der Form eines hochgestellten Ovals. In sein Lumen ragt dorsal ein nach rückwärts in das übrige Epithel verlaufender Wulst, der vorn die eben beschriebene Gabelung der inneren Mundöffnung veranlaßt.

Die Wand des Vorderdarmes wird gebildet von einem hohen Cylinderepithel, dessen Zellen an ihrem distalen Ende oft spindelförmig ausgezogen sind. Jede Zelle enthält einen langgestreckten chromatinreichen Kern. Die dem Darmlumen zugekehrten Seiten der Zellen sind kräftig bewimpert. Bei der Färbung mit Heidenhainschem Hämatoxylin treten an der Basis der Wimpern deutlich geschwärzte Punkte auf, die Basalkörner (Blepharoblasten), von denen man nach dem Zellinnern zu geschwärzte Fasern, die Basalfasern, verlaufen sieht. Diese Basalfasern convergieren in jeder Zelle nach einem Punkt dicht neben dem Kern und lassen sich dann zu einem Bündel vereinigt noch eine Strecke weit verfolgen (Taf. XXVII, Fig. 28).

Außer den Epithelzellen finden sich im Oesophagus Drüsenzellen, die meist ganz mit hellem durchsichtigem Secret erfüllt sind. Die Kerne gleichen denen der übrigen Vorderdarmzellen und befinden sich im distalen Ende jeder Drüse (Taf. XXVII, Fig. 28).

Die Wandungen des Kehlblindsacks bestehen aus einfachen Epithelzellen, in welche die hohen Pharynxzellen allmählich übergehen. Sie sind flach, besitzen einen ziemlich runden Kern und haben keine Wimpern. Da, wo der Kehlblindsack hinten in den Oesophagus verlaufen ist, gleicht dessen ventrale Wand zunächst noch völlig dem Blindsackepithel, ist also nur eine dünne Membran, die

sich dann aber bald verdickt zu dem gewöhnlichen Cylinderepithel des Schlundes.

Der Oesophagus ist an seiner äußeren Seite von der im vorigen Abschnitt erwähnten Fasermasse bedeckt, die in ihrer Gesamtheit als ein ringförmiges Band erscheint, das vorn an der Umbiegungsstelle des Vorderdarmes nach dem Munde beginnt, und von da an den Seiten des Oesophagus rechts und links in breiten Streifen nach hinten abwärts zieht, welche sich ventral vor dem ersten großen Dissepiment vereinigen. Das Fasergewirr kommt dadurch zustande, daß die Ausläufer der Schlundretractoren proximal von ihrer Ansatzstelle noch ein Stück an der Außenseite des Vorderdarmes entlang laufen, und daß zwischen sie die Stützfasern enthaltenden spindelförmigen Enden der Schlundepithelzellen hineinragen. Außerdem verläuft um den Vorderdarm noch die Ring- und Längsmuskelschicht, deren Fasern in ihrem regelmäßigen geradlinigen Zuge eben durch jene Schlundretractorenausläufer gestört werden, so daß auch sie Biegungen in tangentialer und radiärer Richtung machen und den Eindruck eines Faserbelags erhöhen. Einzelne Zellen in dem Belag, deren Enden in Fasern ausgezogen sind, halte ich für Ganglien- oder Bindegewebszellen.

Fraipont hat sie auch gesehen, obgleich ihm merkwürdigerweise jene faserige Schicht ganz entgangen ist. Er hält sie für junge Epithelzellen und schreibt (S. 18): »Il y a dans la partie profonde de l'épithélium un certain nombre de noyaux n'appartenant pas à la même couche que les cellules cylindriques ciliées de la surface. Ils sont sphériques ou sub-ovales. Je crois devoir les considérer comme de jeunes cellules en voie de développement destinées à remplacer les cellules de la surface.«

Aus der Lage dieser beinah rundlichen Zellen außerhalb der eigentlichen Epithelschicht, und besonders wegen der vorhandenen langen Faserfortsätze halte ich es für unwahrscheinlich, daß man es hier mit jungen Epithelzellen zu tun hat; vielmehr scheinen mir die Fasern für die nervöse oder bindegewebige Natur jener Zellen zu sprechen.

Schließlich ist noch ein Nervenstrang rechts und links in jenem Faserbelag zu bemerken, dessen Fibrillen aber scharf und deutlich durch eine Membran von den übrigen Fasern getrennt sind. Die beiden Stränge verlaufen etwa am ventralen Rande jenes Belags, also auch von vorn dorsal nach hinten ventral. In dem Abschnitte über das Nervensystem werde ich diese Schlundnerven näher beschreiben.

Die von Fraipont beim Pharynx und Oesophagus (S. 18) jedesmal betonte Peritonealbedeckung des Vorderdarmes ist, wie ich bereits ausführlich auseinandersetzte, nicht vorhanden, weil die visceralen Blätter der Cölomteile im Peristomium den Schlund gar nicht berühren. Es liegen dem äußeren Rande des Oesophagus-Faserbelags zwar einzelne Kerne auf, doch lassen die sich stets nachweisen als zur Muscularis, die ja deutlich vorhanden ist im Gegensatz zu Fraiponts Meinung, oder als zu den Schlundretractoren-Fasern und deren Ausläufern gehörend.

### 2. Mitteldarm.

Durch die ganze Länge des Rumpfes erstreckt sich der Mitteldarm, in welchen der Oesophagus allmählich übergeht. Der Mitteldarm hat einen ovalen oder kreisförmigen Querschnitt, je nachdem er mit Nahrungspartikeln erfüllt ist oder nicht. Er wird gebildet von einem einschichtigen Epithel, dessen hohe Zellen sich polyedrisch aneinander abplatten. Jede dieser Zellen hat an ihrem basalen Ende einen kugeligen oder ovalen chromatinreichen Kern mit deutlichem Nucleolus; die dem Darmlumen zugekehrte Oberfläche der Zellen trägt Wimpern, die ähnlich wie bei dem Oesophagusepithel mit einem Basalapparat in der Zelle, nämlich Basalkörnchen und Basalfasern, in Verbindung stehen. In dem proximalen Teile der Epithelzellen finden sich häufig Secretkörnchen und Tröpfchen in geringerer oder größerer Anzahl je nach dem Verdauungszustand des Darmes.

Während die Darmwand dorsal und lateral immer die gleiche Stärke aufweist, ist ihre ventrale Seite zu einem ins Lumen vorspringenden Wulst verdickt. Der Wulst kommt dadurch zustande, daß die Epithelzellen der Ventralseite oft beträchtlich höher sind, als die der übrigen Darmwände. Die Zellen tragen stärkere Cilien, als sich sonst im Darm finden, und enthalten einen kräftigeren Basalapparat, d. h. die Basalfasern färben sich mit Eisenhämatoxylin dunkler, schärfer als die der übrigen Zellen. Dieser »Flimmerwulst« dient wahrscheinlich der gleichen Funktion wie die Flimmerrinnen bei andern Anneliden (z. B. Capitelliden, vgl. Eisigs Monographie). Es wird nämlich ein Wasserstrom mit ihrer Hilfe durch den Darm gestrudelt, aus dem die Blutflüssigkeit den zur Atmung nötigen Sauerstoff nimmt (Taf. XXVII, Fig. 32).

Zwischen den Epithelzellen sind vielfach Drüsen von flaschenförmiger Gestalt eingelagert. Sie stoßen mit ihrem verdickten

basalen Ende an den äußeren Rand der Darmwand, während ihr in eine verhältnismäßig enge Röhre ausgezogener Ausführungsgang ins Darmlumen führt. Sie erscheinen nach der Färbung mit Eisenhämatoxylin bedeutend dunkler, als die übrigen Darmzellen. Auch ihre Kerne, die in dem verdickten basalen Teile liegen, färben sich intensiver als die Epithelzellenkerne, und zeichnen sich durch besonders große Nucleolen aus. Ihr Chromatin besteht aus ziemlich rundlichen Körnchen. Diese Kerne sind nun eingebettet in ein Cytoplasma, das durch reichliche Secretanhäufung meist dunkel granuliert erscheint. Die Ausführungsgänge sind fast immer erfüllt mit Secretpfropfen und Coagulationen, die undurchsichtig schwarz aussehen. An der Basis der Ausführungsgänge findet man stets je ein kugeliges, bläschenartiges Gebilde, das wohl die Sphäre der Zelle darstellt. Mikrocentren konnte ich in ihnen nicht nachweisen, doch stimmt die Lage und das sonstige Aussehen dieser »Sphären« völlig mit der Beschreibung und den Abbildungen überein, die Zimmermann in seiner Arbeit »Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien, 1898«, von solchen Drüsenzellen gibt (Taf. XXVII, Fig. 25, 26).

Diese Zellen finden sich in allen Teilen der Darmwand mit Ausnahme der Gegend der Flimmerwulst.

### 3. Enddarm.

Das letzte Stück des Darmkanals, der Enddarm, der hauptsächlich das Pygidium durchzieht, geht wie der Oesophagus allmählich in den Mitteldarm über. Im Pygidium unterscheidet er sich aber durch sein Aussehen von dem Mitteldarm. Er hat dort nämlich einen rundlichen Querschnitt, und in sein Lumen springen rings eine Anzahl Falten des Epithels vor.

Die Epithelzellen sind etwas niedriger als im Mitteldarm, also beinahe kubisch. Hinten gehen sie in die Hypodermis über. Drüsenzellen fehlen in diesem Darmabschnitt (Taf. XXVI, Fig. 10—14).

Wie bereits im allgemeinen Teil dieser Arbeit erörtert, ist Fraiponts Angabe, daß der After bei *Polygordius neapolitanus* ventral liege, unrichtig, denn er mündet ebenso wie bei *Polygordius lacteus* und allen andern Anneliden endständig am hinteren Körperpol.

---

Der ganze Darmtractus ist also ein einfaches Rohr, ohne irgend welche Anhangsdrüsen.

Betreffs der Nahrungsaufnahme möchte ich auch noch eine

Bemerkung machen. Fraipont schreibt S. 20: »Les Polygordiens comme l'avait déjà remarqué McIntosh, avalent des grains de sable et avec ceux-ci des organismes inférieures tels que Protozoaires, Algues etc. dont ils font leur nourriture.«

Ich bezweifle, daß die Tiere jemals Sandkörnchen oder sonstige Hartgebilde in ihren Schlund und Darm gelangen lassen. Ich habe niemals solche in irgend einem Teile des Darmes gefunden. (Beim Schneiden mit dem Mikrotom hätten sich derartige Hartgebilde bemerkbar gemacht.) Im Gegenteil schien mir der Verdauungstractus auf Schnitten fast immer leer. Ich glaube auch nicht, daß die Würmer, welche ihre Nahrung lediglich durch den Cilienschlag ihres etwas vorgestreckten Pharynx herbeistrudeln, jemals die im Verhältnis zu ihrer Größe immerhin beträchtlichen Sandkörnchen des Grundes, in dem sie leben, aufnehmen könnten. Zudem enthält der *Polygordius*-Kies von Helgoland gar keine so feinen mineralischen Bestandteile, daß die Würmer ständig einen Strom von solchen durch sich gehen lassen könnten. Ich meine, daß die Tiere einfach den organischen Detritus, den es dort wohl reichlich gibt, aufnehmen.

---

Im Anschluß an die Beschreibung des Darmkanals möchte ich noch einen Parasiten erwähnen, den ich vielfach im Darmepithel bei *Polygordius lacteus* schmarotzend gefunden habe. Es liegen zwischen den Epithelzellen im Mitteldarm große rundliche Cysten, die ihrem ganzen Aussehen nach als zu einer Sporozoenform gehörig angesehen werden müssen. Fraipont hat in dem Darm von *Polygordius neapolitanus* eine Gregarine gefunden, die er Monocystis foliacea nennt. Ihre Entwicklung hat er nicht beschrieben. Es ist natürlich nicht ohne weiteres anzunehmen, daß die von mir bei *Polygordius lacteus* gefundenen Cysten dieser Species angehören, denn wahrscheinlich wird sich die Nordseeform von *Polygordius* mit einer andern Gregarine inficieren, als die im Mittelmeer lebende. Aber einer Monocystidee scheinen die Cysten anzugehören; man sieht in ihrem dunklen Plasma meist schon den Kern in eine Anzahl kleiner Kerne geteilt, die im Innern einige dunkle Chromatinkörnchen enthalten, sonst aber gegen das umgebende Plasma wie helle Bläschen erscheinen. Die Cysten entsprechen etwa dem Bilde, das Wolters (1891) von Cysten der *Monocystis agilis* und *magna* gibt. Außerdem fand ich eine Cyste mit Sporozoiten. Die letzteren haben die typische Sichelform mit je einem kleinen Kern in der Mitte (Taf. XXVII, Fig. 26, 27). Beachtenswert ist, daß, während die meisten Monocysti-

deen 6—8 Sporozoiten in einer Cyste enthalten, ich hier mit Sicherheit deren zwölf in einer Cyste nachweisen konnte.

### Blutgefäße.

Nach der Beschreibung, welche A. Schneider (1868) von dem Blutgefäßsystem bei *Polygordius lacteus* gibt, besitzt diese Species kein ventrales Gefäß, sondern lediglich ein dorsales, das vorn in einen den Schlund umgebenden Ring münden, und von dem in den einzelnen Segmenten je ein nach hinten umgebogenes seitliches Blindsackpaar abgehen soll. Diese Gefäßanordnung ist einer der von Fraipont angeführten Hauptunterschiede zwischen *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus*. Es war nun leicht nachzuweisen, daß bei *Polygordius lacteus* sehr wohl ein ventrales Gefäß vorhanden ist, und daß auch die übrigen Teile seines Circulationssystems denen von *Polygordius neapolitanus* völlig gleichen. Die unvollständigen Angaben A. Schneiders sind einer ungenügenden Beobachtung zuzuschreiben, denn seine Abbildung Fig. 3 läßt sich direkt zu dem Bilde ergänzen, das die Gefäße in Wirklichkeit darbieten; man braucht nur das ventrale Gefäß und die unteren Hälften der seitlichen Schlingen hinzuzufügen.

Die Topographie der Blutgefäße habe ich bereits in der allgemeinen Übersicht und gelegentlich der Besprechung einzelner Organe in dieser Arbeit erläutert, so daß ich sie hier nicht nochmals wiederholen werde; außerdem ist sie auch schon von Fraipont richtig angegeben worden.

Ich gehe deshalb sogleich zur Histologie der Gefäße über, der ich zur Orientierung eine Übersicht der einzelnen Teile des Gefäßsystems vorausschicke:

1) Bauchgefäß,
2) Rückengefäß:
   a. im Rumpf,
   b. in der Schlundregion,
3) Seitenäste in der Peripharyngealhöhle,
4) seitliche Gefäßschlingen,
5) laterale Gefäßblindsäcke (nur während der Geschlechtsreife),
6) Darmblutsinus.

### 1. Bauchgefäß.

(Taf. XXVII, Fig. 32, Taf. XXVIII, Fig. 40.)

Das Bauchgefäß nimmt seinen Weg zwischen den beiden Mesenterien hindurch und liegt ventral dem Ectoderm auf, während es mit seiner dorsalen Wand den Darm für gewöhnlich nicht berührt, denn es befindet sich ja in dem Raum zwischen Darm und Gefäß noch der besprochene Mesenterialkanal der primären Leibeshöhle. Durch die Kontraktionen der Darmmuskulatur kommt allerdings manchmal eine Verschiebung der beiden Organe gegeneinander zu stande, durch welche das Gefäß stellenweise an den Darm gepreßt wird. Da die beiden Mesenterien mit einem beträchtlichen Abstand voneinander an dem Ectoderm befestigt sind, so ziehen sie annähernd parallel zu dem Darm hinauf (Taf. XXVII, Fig. 32) und bedingen dadurch, daß das Bauchgefäß einen Querschnitt von rechteckiger Gestalt erhält, der jedoch auch eine runde Form annehmen kann, wenn die Mesenterialmuskeln erschlaffen. Das Gefäß selbst besitzt eigne Wandungen, wie ich es für alle andern Teile des Circulationssystems auch nachweisen konnte; in der Literatur findet sich eine Notiz hierüber nur in dem Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere von C. K. Schneider 1902, S. 366, wo er sagt: »Ein eignes Endothel wurde nur am ventralen Gefäße mit Sicherheit wahrgenommen.« Die Zellen der Gefäßwand sind zu äußerst dünnen Membranen umgewandelt, und enthalten ganz flache Kerne, die man recht spärlich über das ganze Gefäß verteilt findet.

### 2. Rückengefäß.

Am Rückengefäß kann man histologisch zwei Teile unterscheiden, nämlich den einen, der im Rumpf zwischen den dorsalen Mesenterien verläuft, und den andern, der frei an einem eignen Ligament aufgehängt die Schlundhöhle durchsetzt.

#### a) Im Rumpf.

(Taf. XXVII, Fig. 29, 30 u. 32.)

Die dorsalen Mesenterien sind nicht wie die ventralen in einiger Entfernung voneinander am Ectoderm angeheftet, sondern liegen so dicht aneinander, daß sie in ihrem oberen Teil eine einheitliche Lamelle bilden, deren beide Blätter sich erst kurz ehe sie den Darm erreichen, trennen und auf diese Weise einen Hohlraum von dreieckigem Querschnitt zwischen sich und dem Darm freilassen.

Den dorsalen Winkel zwischen den beiden Cölothelien füllt das Rückengefäß vollkommen aus, dagegen bleibt unterhalb von diesem ein Rest des Hohlraumes in Gestalt der beiden dorsalen Mesenterialkanäle übrig.

Die Wände des Rückengefäßes im Rumpf bestehen im Gegensatz zu denen des Bauchgefäßes nicht aus flachen, sondern aus blasigen Zellen mit rundlichen Kernen. Derartige Zellen setzen auch die Scheidewand zusammen, welche vom Gefäß median zum Darm ziehend die beiden Mesenterialkanäle trennt. Bei geeigneter Differenzierung nach Färbung mit Eisenhämatoxylin erkennt man deutlich geschwärzte Ringfasern, welche das Gefäßlumen umgeben (Taf. XXVII, Fig. 29, 30, 32).

### b) In der Schlundregion.

(Taf. XXVII, Fig. 33, 34.)

Sobald das Rückengefäß vorn aus dem zweiten Dissepiment rostrad herausgetreten ist, zeigt es einen veränderten Charakter. Die vorher plasmareichen Wandungen sind ersetzt durch dünne Zellen, welche denen des Bauchgefäßes gleichen. Das Gefäß hat einen runden Querschnitt und hängt an einem schmalen Plasmaband, das aus zwei Membranen besteht, die das Gefäß rechts und links umgeben und unter ihm sich wieder zusammenlegen, um abermals die Rolle eines Aufhängebandes, diesmal für den Oesophagus, zu übernehmen. Mit Eisenhämatoxylin gefärbte Präparate, namentlich Längsschnitte zeigen wieder ähnliche Ringfibrillen, wie ich sie schon im Rumpfteil des Gefäßes erwähnte (Taf. XXVII, Fig. 33). Zu diesen gesellen sich aber noch gleich schwache Längsfibrillen. Außerdem findet man noch häufig auf Flachschnitten durch das Ligament und die Gefäßwand, daß von der Dorsalseite her stärkere ebenfalls geschwärzte Fasern über das Gefäß hinwegziehen, die sich auf dessen Wand reich verästeln. Ich glaube, daß es sich um bindegewebige Elemente, vielleicht eine Art elastischer Fasern handelt (Taf. XXVII, Fig. 34).

Anmerkung: Im Anschluß an diese Fasern will ich hier gleich erwähnen, daß ich ähnliche auf den dorsalen Hälften des Mitteldarmes fand. Auch dort laufen solche Fasern vom Rücken her über die Cölothelien und verästeln sich reich auf der Darmoberfläche, sind aber bedeutend größer und stärker als die an dem dorsalen Schlundgefäß (Taf. XXVI, Fig. 23).

Das Ligament, welches in der Schlundhöhle unter dem Rückengefäß den Oesophagus trägt, scheint mir die Fortsetzung der Scheide-

wand zwischen den beiden Mesenterialkanälen im Rumpf zu sein. Ob seinem dorsalen Teile ein ähnlicher im Rumpf entspricht, vermag ich nicht sicher anzugeben, da die beiden Mesenterien sich dort direkt über dem Gefäß dicht zusammenlegen, so daß man nicht entscheiden kann, aus wieviel solchen dünnen Lamellen die gebildete Membran besteht. Da aber bei dem Auftreten des Darmblutsinus, wie ich nachher zeigen werde, ein medianes Ligament den Darm tragen hilft, so glaube ich, daß auch im Rumpf das Rückengefäß von einem solchen Aufhängeband wie in der Schlundhöhle gehalten wird.

Wie erwähnt trennt sich das Ligament da, wo der Pharynx nach der Ventralseite umbiegt, von dem Darm, verläuft aber, obgleich es unter dem Rückengefäß nun funktionslos ist, mit demselben weiter nach vorn und heftet sich schließlich an der Kopffalte an (Taf. XXV, Fig. 4—6).

### 3. Seitenäste in der Peripharyngealhöhle.

(Taf. XXV, Fig. 4—8, Taf. XXVII, Fig. 35.)

Die beiden Äste, welche vorn durch die Gabelung des Rückengefäßes gebildet werden, liegen auf ihrem ganzen Verlauf, bis sie sich wieder zum Bauchgefäß vereinigen, ganz in der Schlundhöhle. Dabei nehmen sie im rostralen Teile des ersten Segments ihren Weg etwa parallel der Körperwand, indem sie ähnlich wie das Rückengefäß an einem Ligament hängen. Sobald sich die Splanchnopleuren der ersten Cölomsomiten von den Transversalmuskeln abgehoben haben, legen sich die Gefäßseitenäste dicht auf diese Cölothelien, und sinken schließlich genau mit der Hälfte ihres Umfanges in deren Ebene ein, so daß es nun auf Querschnitten tatsächlich so scheint, als seien jene Splanchnopleuren lediglich Aufhängebänder dieser Gefäßteile, wie es ja bisher immer angenommen wurde. Bei genauerem Hinsehen erkennt man aber, daß die dorsalen Abschnitte dieser Membranen mehrschichtig sind, während die ventralen nur aus einer Zelllage, eben dem splanchnischen Cölothel bestehen. Das eigentliche Aufhängeband der Gefäßseitenäste ist nämlich auch hier noch vorhanden und hat sich nur fest mit der Peritonealmembran zu einer einheitlichen Lamelle verbunden. Ganz deutlich kann man dieses erkennen, wenn man eine Schnittserie durch die Schlundregion von vorn nach hinten verfolgt, wobei man das Gefäßligament zunächst in der geschilderten Weise noch frei neben der Splanchnopleura, dann fest mit dieser verschmolzen findet (Taf. XXV, Fig. 4—9).

Die Histologie dieser seitlichen Schlundgefäße ist die gleiche wie bei dem Rückengefäß in der Schlundregion. Ihre Wände setzen sich zusammen aus dünnen Zellen und enthalten nach Behandlung mit Eisenhämatoxylin geschwärzte Ring- und Längsfasern, welch letztere besonders im rostralen Abschnitt stark ausgebildet sind (Taf. XXVII, Fig. 35).

### 4. Seitliche Gefäßschlingen in den Dissepimenten.

(Taf. XXVII, Fig. 36, 37, Taf. XXIX, Fig. 56.)

Rücken- und Bauchgefäß stehen segmentweise in Verbindung durch die in den Septen verlaufenden seitlichen Gefäßschlingen. Diese nehmen ihren Weg vom dorsalen Gefäß nach der Körperwand und ziehen dann dicht innerhalb der Längsmuskelfelder durch den Bereich der Darmkammern in den der Nierenkammern, wo sie in das Bauchgefäß münden. Sie sind zwischen den beiden Cölothelient welche je ein Septum bilden, lokalisiert, erweisen sich aber nicht als bloße Spalten zwischen diesen, sondern besitzen ein eignes Endothel, dessen Kerne man auf Schnitten neben denen der Septenwände sieht Taf. XXVII, Fig. 36, 37). Auf tangentialen Längsschnitten durch die Gefäßschlingen findet man auch sie von Ringfibrillen umgeben, die manchmal sogar gegabelt sein können.

Bemerken möchte ich hier noch, daß ich bei Würmern mi regenerierten Enden schon in den jüngsten Dissepimenten wohl entwickelte seitliche Gefäßschlingen gefunden habe.

### 5. Laterale Gefäßblindsäcke.

(Taf. XXIX, Fig. 52–55.)

Fraipont hat angegeben, daß vom zehnten Segment ab, von der Mitte der eben unter 4 beschriebenen seitlichen Gefäßschlingen in den Dissepimenten je ein Gefäßblindsack nach hinten verläuft. Ich muß diese Aussage etwas einschränken, denn derartige laterale Gefäßblindsäcke sind für gewöhnlich nicht vorhanden, sondern treten erst zur Zeit der Geschlechtsreife und nur in innigem Zusammenhang mit den Gonaden auf (etwa vom 40. Segment ab). Ich werde ihre Lage gelegentlich der Besprechung der Gonaden näher angeben. Über ihre Histologie weiß ich nur zu sagen, daß auch sie eine eigne Wandung besitzen.

Blindgeschlossene Gefäße (auch Rücken- und Bauchgefäßenden sind bei *Polygordius* im Pygidium Blindsäcke) finden sich nicht selten bei Anneliden. E. Meyer beschreibt (1887, S. 623) mit einer

kleinen, kolbenartigen Erweiterung blindendende Gefäße an den Nephridialkanälen von *Terebella* (*Lanice*) *conchilega*, ferner (1888, S. 573) blindschlauchartige Gefäßzweige bei Serpulaceen, und fügt der Besprechung dieser Polychäten (S. 574) die Worte bei: »Überhaupt ist es eine für unsre Würmer charakteristische Erscheinung, daß das Blut vielfach in denselben selbst größeren Gefäßen hin und zurückfließen muß.«

### 6. Darmblutsinus.

(Taf. XXVII, Fig. 31 u. Textfig. 18, S. 74.)

Ebenso wie die unter 5 besprochenen lateralen Gefäßblindsäcke tritt ein Darmblutsinus nur zur Zeit der Geschlechtsreife bei *Polygordius* auf, aber auch er ist lediglich auf die Segmente lokalisiert, in denen Keimzellen produziert werden, d. h. er beginnt etwa erst im 40. Segment, reicht aber bis in das Hinterende hinein. Sobald sich die Gonaden zu entwickeln anfangen, tritt das Blut des Rückengefäßes dadurch, daß sich in jedem Segment hinter dem rostral gelegenen Septum die Gefäßwand auflöst, aus dem Gefäßlumen heraus in den Raum zwischen Darmepithel und Muscularis. Der so entstandene Sinus reicht ventral etwa bis zur Mitte des Darmes. Durch die vor jedem Septum liegenden Sphincter, die wegen ihrer Stärke vom Darmepithel nicht abgehoben werden können, wird er in einzelne den Körpersegmenten entsprechende Abschnitte gegliedert. In der dorsalen Mittellinie des Sinus findet man im hinteren Teil jedes Segments, wo die Wandung des nun collabierten Rückengefäßes unverletzt geblieben ist, noch eine Scheidewand, die ihn in zwei Hälften teilt. Sie ist das Ligament, das bei noch nicht geschlechtsreifen Würmern zwischen Gefäß und Darm ausgespannt ist, neben dem rechts und links die beiden Mesenterialkanäle liegen (Taf. XXVII, Fig. 31).

Die Tatsache, daß dieses Band sich hier im Darmblutsinus erhält und während es vorher sehr plasmareich schien, jetzt ganz das Aussehen einer dünnen Membran hat, scheint mir dafür zu sprechen, daß es eine Fortsetzung des Ligaments in der Schlundregion ist und, wie ich ja schon bei dessen Beschreibung andeutete, sich wahrscheinlich zwischen den beiden Mesenterien dorsal bis zum Ectoderm fortsetzt.

Das Auftreten des Darmblutsinus wird wohl ebenso wie das der lateralen Gefäßblindsäcke durch den infolge der regen Teilungsprozesse in den Gonaden bedingten reichlicheren Sauerstoffverbrauch

zu erklären sein. Ein konstanter Darmblutsinus kommt bei einer ganzen Anzahl von Anneliden vor, nach einer Aufzählung Eisigs z. B. bei Serpuliden, Terebelliden, Cirratuliden, Chätopteriden und Ammochariden.

---

Wie wir gesehen haben, konnte ich also bei allen Blutgefäßen des *Polygordius*, entgegen der bisherigen Meinung, daß zum mindesten die meisten von ihnen einfache Spalten zwischen den Cölothelien seien, — das Vorhandensein eines Endothels konstatieren, welches aus Zellen besteht, in denen feine Fibrillen (Ring- oder Längsfasern) verlaufen. Aus der Topographie der Gefäße in der Schlundregion, aber auch der beiden Längsstämme, geht nun hervor, daß diese Gefäßwandungen nicht vom Cölothel abstammen können. Meine Befunde bestätigen also Wolterecks Annahme, daß das Mesenchym am Aufbau der Gefäße beteiligt sei. Ich verweise hier wieder auf den Breslauer Vortrag (Wolterecк, 1905, S. 180—184), in welchem Wolterecк diese Art der Entstehung der Gefäße befürwortet und die Unhaltbarkeit der Langschen Hämocöltheorie zum mindesten für *Polygordius* darlegt. In der modernen Literatur findet man jetzt überhaupt vielfach die Meinung ausgesprochen, daß die Wandungen der Blutgefäße nicht einfache Umwandlungen oder abgespaltete Teile des Cölothels sind, sondern daß sie einen eignen Ursprung haben, sich unabhängig von der Leibeshöhle aus Spalten und Lücken des Mesenchyms entwickelten, — eine Ansicht, welche bereits die Gebrüder Hertwig in ihrer Cölomtheorie (1881) vertreten. Selbst ein Schüler Langs, Fernandez, ist zu dem Schluß gekommen, daß nicht die ganzen Wandungen der Gefäße cölothelialer Herkunft seien, und faßt seine Meinung über die Elemente des Circulationssystems folgendermaßen zusammen: »Das Blutgefäßsystem aller Cölomtiere besteht aus zwei heterogenen Teilen, von welchen der zweite den ersten teilweise umfaßt:

1) dem primären oder leitenden Apparat, mesenchymatischer Herkunft,

2) dem sekundären (zum großen Teil propulsatorischen) Apparat, der ein Differenzierungsprodukt der Cölomwand ist.«

In einer Arbeit »Zur Hämocöltheorie« tritt Vejdovský (1905) ebenfalls dafür ein, daß die Blutgefäße nicht vom Cölothel stammen, sondern eigne Wandungen haben, die er allerdings vom Entoderm ableitet.

Vejdovský, der hauptsächlich Enchyträiden untersucht hat,

konstatierte in allen Blutgefäßen ähnliche sich durch Eisenhämatoxylin intensiv schwärzende Fibrillen, wie ich sie bei *Polygordius* gefunden habe. Er hält sie ohne Ausnahme für contractil und sagt auf S. 147: »Es sind also dem Bau nach alle Gefäße contractil, oder besser, alle bestehen aus Muskelzellen.« Ich habe es in meiner Beschreibung der Gefäße absichtlich vermieden, jene Ring- und Längsfasern als Muskeln anzusprechen, denn wenn es auch wahrscheinlich ist, daß sie contractil sind, so ist durch die Färbung allein noch nicht bewiesen, daß hier Muskelfibrillen vorliegen; es bleibt immer denkbar, daß jene Fasern auch bindegewebiger Natur sein können.

Wenn man hier einwirft, daß man diese Frage am lebenden Objekt durch das Pulsieren der Gefäße entscheiden könnte, so muß ich dem entgegenhalten, daß bei *Polygordius* nur die Wände des dorsalen und ventralen Gefäßes peristaltische Bewegungen ausführen, alle übrigen Teile des Circulationssystems aber nicht, obwohl auch sie mit solchen Fibrillen versehen sind. Die Kontraktionen der beiden Längsstämme können aber sehr wohl von den Dorsoventralmuskeln in den Mesenterien stammen, was zu der erwähnten Theorie von Fernandez passen würde, der den cölothelialen Teil der Gefäßwand für den propulsatorischen hält.

Sodann möchte ich noch darauf hinweisen, daß eine besondere Intima in den Gefäßen von *Polygordius* nicht besteht. Ihr Vorkommen bei Anneliden ist in letzter Zeit viel angezweifelt worden. So sagt E. Meyer (1901, S. 464): »Das Vorhandensein einer besonderen Intima ist nicht mit Sicherheit festgestellt (gemeint ist bei den Anneliden im allgemeinen); mir scheint es, daß eine solche überhaupt fehlt.« Und in der eben zitierten Arbeit behauptet Vejdovsky (1905, S. 128): »Die Intima Leydigs in Blutgefäßen besteht nicht. Es ist keine innere Cuticula vorhanden.«

---

Die Gefäße enthalten eine homogene Flüssigkeit, in der ich ebensowenig wie die früheren Beobachter irgend welche zelligen oder sonstigen geformten Bestandteile suspendiert fand. Die Flüssigkeit, die man wohl am besten als »Hämolymphe« bezeichnet, nimmt die verschiedenen Farbstoffe intensiv auf, und wird besonders durch das Heidenhainsche Eisenhämatoxylin tief dunkelblau, beinahe schwarz gefärbt. Ich nehme an, daß sie vorwiegend zur Atmung dient, indem sie den Sauerstoff, welchen sie aus dem durch den Darm gestrudelten Atemwasser nimmt, an die einzelnen Organe des Körpers verteilt.

## Nervensystem.

(Taf. XXVIII, Fig. 38—43.)

Das Nervensystem ist bei *Polygordius*, wie bekannt, ganz ursprünglich, indem das Oberschlundganglion und das ungegliederte Bauchmark noch nicht vom Ectoderm getrennt sind, sondern zeitlebens mit jenem im Zusammenhang stehen. (Ein im Ectoderm liegendes Bauchmark findet sich ja bei einer ganzen Anzahl andrer Anneliden, z. B. *Protodrilus*, *Sigalion*, Spioniden usw.) Fraipont hat es für *Polygordius neapolitanus* ziemlich ausführlich beschrieben, und da ich seine Angaben auch für *Polygordius lacteus* bestätigen kann, will ich nur kurz die Hauptsachen skizzieren, an den betreffenden Stellen aber eine Reihe neuer wichtiger Befunde einfügen.

### 1. Oberschlundganglion.

(Textfig. 16.)

Das Oberschlundganglion liegt mit allen seinen Teilen im Prostomium. Es ist gegliedert in das große unpaare Cerebralganglion, die beiden Tentakelganglien und die beiden Wimpergrubenganglien.

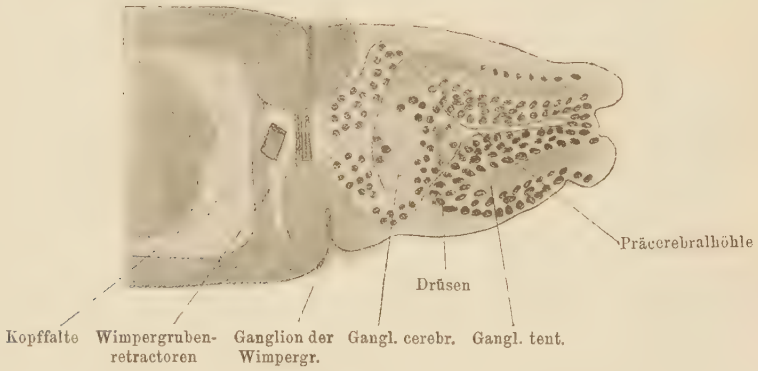
Das Cerebralganglion enthält in seinem vorderen und hinteren Teile die Ganglienzellen, während seine mittlere Partie von einem Gewirr von Nervenfasern gebildet wird. Dorsal und ventral gehen die Ganglienzellen direkt in das Epithel der Hypodermis über.

Am vorderen Rande des Cerebralganglions, aber noch zwischen die dortigen Ganglienzellen eingebettet, finden sich eigenartige einzellige Drüsen, deren Plasma die voluminösen, kugeligen Secretmassen in dünner Schicht umgibt. An einer Seite liegt der wandständige Kern. Am lebenden Wurm erscheinen die Drüsen, von denen man bei der Betrachtung von der Dorsalseite vier gleichzeitig nebeneinander sieht, mit einem hellen, homogenen, durchsichtigen Secret gefüllt, während das letztere auf Schnitten nach Färbung mit Eisenhämatoxylin ein ähnliches Aussehen hat, wie die Blutflüssigkeit in den Gefäßen; es scheint auch granuliert, ist aber nicht ganz so dunkel gefärbt als das Blut. Irgend welche Ausführungsgänge der Drüsen konnte ich nicht bemerken. Ebenso vermag ich nichts über deren Funktion anzugeben (Taf. XXV, Fig. 1).

Die beiden Tentakelganglien, in die der größte Teil der Nervenfasern der Tentakeln selbst übergeht, haben eine konische Gestalt, die Spitze nach vorn gerichtet. Ihre Basis verläuft annähernd parallel der Vorderfläche des Cerebralganglions, ist aber von diesem

durch die dazwischen liegende Präcerebralhöhle getrennt. Lateral sind die Tentakelganglien nach hinten in dünne Lamellen ausgezogen, welche sich den Seiten des Cerebralganglions anlegen, so daß dadurch die Präcerebralhöhle völlig abgeschlossen wird gegen die übrigen Hohlräume des Prostomiums (die vier Schizocölräume proximal von den Längsmuskeln). Ein kleiner Teil der Tentakelnervenfasern geht zugleich mit andern Fasern aus den Zellen der Tentakelganglien in das Cerebralganglion über, so eine Verbindung zwischen beiden Gehirnabschnitten herstellend.

Die Wimpergrubenganglien liegen dem basalen Ende der Wimpergrubenzellen dicht an und bilden zwei direkte seitliche Fortsätze des Cerebralganglions. In sie führt je ein Bündel Nervenfasern




Textfig. 16.
Schematischer Frontalschnitt durch den Kopf eines älteren Wurms.

aus dem letzteren, so daß auch sie in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Hauptganglion stehen.

Fraipont hält es für möglich, daß die Ganglienzellen im hinteren Teile des Cerebralganglions ein besonderes Centrum, vielleicht für das von ihm behauptete Sinnesorgan innerhalb der Oberlippe sein könnten. Er sagt S. 30: »Je ne sais s'il faut rapporter celle-ci (la bande de cellules ganglionaires, gemeint ist jene fragliche Zellmasse) au ganglion moyen ou bien la considérer comme un ganglion spécial qui serait peut-être en rapport avec· l'organe de sens existant au milieu de la lèvre antérieure du ver.« Ich habe nicht bemerkt, daß jene Ganglienzellen irgendwie durch eine Membran getrennt sind von dem Hauptganglion, wie Fraipont auf Taf. VI, Fig. 9 gezeichnet hat. Die von diesen Zellen ausgehenden Nervenfasern dringen sogleich in die Fasermasse des Cerebralganglions ein, so daß kein

Unterschied im Verhalten dieser Zellen gegenüber den im vorderen Teil des Hauptganglions liegenden zu bemerken ist. Ich glaube daher nicht, daß hier zwischen den beiden Wimpergrubenganglien ein weiteres gesondertes unpaares Ganglion vorhanden ist. Das scheint mir schon deshalb richtig zu sein, weil ja in der Oberlippe gar kein Sinnesorgan existiert. Wie ich schon zeigte, hat Fraipont wahrscheinlich das oft an der Vorderseite des Pharynx liegende gelbe Drüsengebilde für ein Sinnesorgan gehalten (s. S. 9).

### 2. Schlundcommissuren.

Dicht unterhalb der Stelle, wo die eben erwähnten Faserstränge der Wimpergrubenganglien in das Cerebralganglion eintreten, verlassen es zwei andre, dickere Faserbündel, die Schlundcommissuren. Sie laufen innerhalb der Hypodermis schräg abwärts nach hinten, bis sie sich dicht hinter dem Kehlblindsack ventral berühren und in das Bauchmark übergehen. Die beiden Faserbündel, in deren Innerem man niemals Kerne findet, sind von einer dünnen Membran umgeben, in der hier und da ein länglicher Kern zu sehen ist.

### 3. Bauchmark.

(Taf. XXVIII, Fig. 38—42.)

Das Bauchmark bildet eine ins Wurminnere vorspringende Verdickung des ventralen Ectoderms. Auf Querschnitten sieht man den größten Teil dieser Verdickung von Fasermassen eingenommen, die hauptsächlich in der Längsrichtung des Körpers verstreichen. Ventral von ihnen liegen vier Gruppen von Stützzellen nebeneinander, von welchen die beiden äußeren ihre Fasern rechts und links um jene herum nach der Dorsalseite des Bauchmarks senden, während die Fortsätze der beiden mittleren Gruppen dasselbe in dorsoventraler Richtung durchbrechen, so daß das Bauchmark scheinbar in drei Stränge zerlegt wird (Taf. XXVIII, Fig. 42).

An seinem vorderen Ende beginnt es als Fortsetzung der beiden Schlundcommissuren, die hinter dem Kehlblindsack zusammentreffen und miteinander zu dem einheitlichen Bauchstrang verschmelzen. Zugleich liegt dort eine Anhäufung von Ganglienzellen, das Unterschlundganglion; dann aber verläuft das Bauchmark durch den ganzen Körper hindurch ohne besondere Ganglienanschwellungen, denn die Ganglienzellen finden sich in den einzelnen Körpersegmenten auf der Ventralseite jedes der drei Faserbündel gleichmäßig verteilt vor. Dieses Fehlen von wirklichen Ganglienknoten im Bauchmark

ist auch bei höher entwickelten Polychäten nicht selten; Eisig zählt in seiner Capitelliden-monographie S. 466 eine ganze Reihe von Würmern auf, bei denen dieses ursprüngliche Verhalten gewahrt ist.

Hinter dem letzten Dissepiment, im Pygidium gabelt sich der Bauchstrang wieder in zwei Äste, die dicht hinter dem Klebdrüsenkranz ziemlich steil schräg nach oben aufsteigend einen präanalen Nervenring bilden (Taf. XXVI, Fig. 10—12).

Betrachtet man einen mit Eisenhämatoxylin gefärbten Querschnitt des Bauchmarks (Taf. XXVIII, Fig. 42, so erkennt man deutlich an der verschiedenen Größe und vor allem an der verschiedenen Tinktion drei Arten von Zellkernen.

Dicht unter der Cuticula liegen chromatinarme Kerne, die denen der Hypodermis andrer Körperstellen gleichen, und auch wirklich zu Hypodermisdeckzellen gehören, die hier nur etwas niedriger als sonst sind und wegen der Ansammlung von vielen Zellen an dieser Stelle nicht so regelmäßig angeordnet erscheinen wie gewöhnlich.

Etwas größere und vor allem dunklere Kerne gehören den erwähnten Stützzellen an. Diese liegen direkt über den Hypodermiszellen, teilweise sogar etwas zwischen sie eingekeilt. Sie bilden vier Gruppen, von denen zwei an den beiden Seitenrändern des Bauchmarks, die andern in kurzer Entfernung rechts und links von der senkrechten Medianebene angeordnet sind. In den distalen Enden dieser Zellen befinden sich die Kerne, während ihre proximalen zu jenen Stützfasern (Gliafasern) ausgezogen sind, deren Verlauf ich bereits andeutete und hier noch etwas näher erläutern will. Die Fasern der beiden äußeren Zellgruppen ziehen lateral um die Faserstränge des Bauchmarks herum nach dessen Dorsalseite, wobei sie ihren Weg dicht unter der Basalmembran des Ectoderms, welche auch den Bauchstrang bedeckt, nehmen. Die Ausläufer der beiden andern Gruppen durchsetzen die Fasern des Bauchmarks selbst, indem sie sich innerhalb desselben immer zu je einem Bündel vereinigen. Unter der Stützlamelle weichen dann die einzelnen Fasern wieder auseinander. Vereinzelt findet man auch Kerne, die denen der Stützzellen gleichen, zwischen den eben sich zerstreuenden Fasern. Nicht selten kann man auch beobachten, wie Ausläufer der Hypodermiszellen sich zwischen die Stützfasern mischen. Auf einem Frontalschnitt erkennt man, daß die Stützfaserbündel im Innern des Bauchmarks immer paarweise symmetrisch zur Mittellinie gelegen sind und in kurzen Abständen aufeinander folgen (Taf. XXVIII,

Fig. 40). Ein Sagittalschnitt durch eine Zeile solcher Stützfasern zeigt das ebenfalls. Öfters biegen auch einzelne der Stützfasern der mittleren Bündel mitten in der Fasermasse des Bauchmarks rechtwinklig um und teilen dadurch eine Partie desselben in eine dorsale und eine ventrale Hälfte. Der mittelste der drei durch das Eindringen der Stützfasern erzeugten Längsstränge des Bauchmarks ist der schmalste und kleinste (Taf. XXVIII, Fig. 38, 39 und 42).

Ventral von jedem solchen Längsstrang liegen auf den meisten Querschnitten ein bis zwei Ganglienzellen. Diese haben einen rundlichen hellen Kern mit kleinen nicht sehr zahlreichen Chromatinkörnern und sind multipolar, doch tritt der Zellkörper nach der Färbung mit Eisenhämatoxylin nur bei günstiger Differenzierung zutage.

Die Nervenfasern, die von den Ganglienzellen ausgehen, mischen sich sogleich in das Fasergewirr des Bauchmarks. Dieses enthält, wie gesagt, hauptsächlich längsverlaufende Nervenfasern. Aber jedesmal zwischen zwei aufeinander folgenden Paaren von Stützfaserbündeln sind Querfasern vorhanden, welche die drei Längsstränge in Verbindung setzen.

Auf Querschnitten durch junge Würmer beobachtet man im Innern der Längsfaserstränge, besonders in deren mittelstem Teil größere und kleinere Hohlräume, von denen ich feststellen konnte, daß sie ein einheitliches Kanalsystem bilden. Es ist ein Kanal in der Mitte vorhanden, der vielfach feinere Äste abgibt. So finden sich oft in der Mitte des unteren Viertels der beiden seitlichen Längsfaserstränge die Querschnitte je eines solchen ziemlich engen Nebenkanals. Ich verfolgte dieses Kanalsystem durch die Schlundcommissuren, in deren Querschnitten das helle Lumen des hier immer einfachen Kanals deutlich sichtbar ist, bis in das Cerebralganglion, wo er dann zwischen den Ganglienzellen verschwand (Taf. XXVIII, Fig. 42, 43). Fraipont hat ebenfalls hin und wieder diese Kanäle, wenigstens im Bauchstrang gesehen, die schon von Hatschek als »Centralkanal des Bauchmarks« beschrieben wurden. Wenn die Tiere älter werden, verschwinden diese Kanäle allmählich und sind dann schließlich überhaupt nicht mehr nachzuweisen.

Ich rede hier immer von Kanälen, ohne jedoch irgendwie über die nähere Beschaffenheit oder die Funktion dieser Gebilde Auskunft geben zu können. Man sieht auch mit den stärksten Vergrößerungen immer nur eine helle runde Fläche (Lumen), die keinen Farbstoff, welchen man auch anwendet, annimmt, sondern fast immer homogen glasklar erscheint. Nur auf ganz wenigen Schnitten fand ich eine

gerade eben sichtbare granulierte Masse in dem Lumen, woraus ich das Recht ableite, überhaupt von Inhalt reden zu dürfen. Das Lumen ist begrenzt von einer äußerst dünnen Membran. Außerhalb dieser finden sich oft durch Eisenhämatoxylin geschwärzte Körnchen, und zwar etwas zahlreicher dicht an der Membran selbst, etwas spärlicher in der nächsten Umgebung des Lumens. (Vielleicht deutet dieses darauf hin, daß wir es hier mit einem Excretionsorgan zu tun haben, das sich nur während des Wachstums des Nervensystems in Tätigkeit befindet und dann resorbiert wird.) — Man könnte vielleicht auch meinen, hier ein den Neurochorden andrer Anneliden analoges Gebilde vor sich zu haben, doch glaube ich das rundweg bestreiten zu können, denn deren histologisches Verhalten ist gerade umgekehrt wie das der vorliegenden Kanäle. Neurochorde haben eine dicke Umhüllung, welche sie dazu befähigt, eine Stütze zu bieten, und im Innern eine gallertige Masse. Dagegen ist die äußere Umgrenzung der Kanäle bei *Polygordius* so zart, daß von einer Stützfunktion nicht die Rede sein kann.

Endlich habe ich außer den genannten Hypodermis-, Ganglien- und Stützzellen in der Umgebung des Bauchmarks noch eine vierte Art von Zellen gefunden, die jedoch nur in geringer Anzahl vorhanden sind. Sie nehmen die gewöhnlichen Farbstoffe fast gar nicht an, so daß sie mir zuerst immer entgangen waren. Dagegen treten sie besonders deutlich und dunkel gefärbt hervor nach einer Tinktion mit Thionin. Es handelt sich um riesige Zellen, von welchen immer vier in der Nähe jedes Dissepiments nebeneinander liegen. Die rundlichen Zellen enthalten einen großen bläschenförmigen Kern mit einem deutlichen Nucleolus und ein grobkörniges Protoplasma. Ich konnte keinerlei Fortsätze an ihnen wahrnehmen. Sie sind immer mitten in eine Gruppe der Stützzellen gelagert, so daß die Stützfasern über sie auf dem Mantel eines Kegels hingleiten und sich erst etwas dorsal von ihnen zu einem Bündel vereinigen. Hierdurch erscheint es oft, als wenn die Zellen einen riesigen Fortsatz ins Innere der Faserstränge des Bauchmarks aussendeten. Ich habe aber sicher feststellen können, daß es sich dabei immer um jene Stützfasern handelt, welche nur die großen Zellen allseitig umgeben. Bei der Färbung mit Thionin zeigen sich übrigens die Kerne der Hypodermiszellen am dunkelsten, die der Stütz- und Ganglienzellen dagegen heller (Taf. XXVIII, Fig. 38, 39).

Die großen Zellen lassen sich wohl ohne weiteres analogisieren mit den Gebilden, die man bei andern Würmern die »Leydigschen

Riesenganglienzellen« genannt hat. Auch bei Nematoden sind sie vorhanden. Rauther beschreibt sie bei *Gordius*, Montgomery als chromophobic cells bei *Paragordius*. Ausführlich hat sie Eisig in seiner Capitelliden-Monographie behandelt. Ebenso haben in neuerer Zeit einige andre Forscher ihnen ihre Aufmerksamkeit gewidmet, aber es ist ihnen bis jetzt ebensowenig wie mir gelungen, über die Beziehungen zu dem Bauchmark und die Funktion dieser merkwürdig großen Zellen eine bestimmte Anschauung zu gewinnen.

### 4. Peripheres Nervensystem.

Von dem Bauchstrang sieht man auf Querschnitten seitlich einzelne Nervenfasern ausgehen, die sich ein Stück weit in der Körperwand distal von der Stützlamelle der Hypodermis verfolgen lassen (Taf. XXVIII, Fig. 38). Sie sind meist an den Stellen des Bauchmarks vorhanden, wo Quercommissuren dessen Faserstränge verbinden, also zwischen den Stützfaserbündelpaaren. Trotz Anwendung verschiedener spezifischer Nervenfärbungen, von denen mir die Methode Bielschowskys brauchbare Präparate ergab, konnte ich diese peripheren Nerven nicht weiter verfolgen. Wahrscheinlich innervieren die Fibrillen dieser Faserbündel die Hautmuskulatur, indem sie sich zwischen die einzelnen Muskeln verteilen. Fraipont behauptet, daß der Hautmuskelschlauch vor allem durch Nervenzellen, die in der Haut liegen, innerviert würde, und glaubt durch Zupf- und Macerationspräparate eine Nervenverbindung zwischen beiden nachgewiesen zu haben. Ich will es vermeiden, zu dieser Frage Stellung zu nehmen; nur möchte ich betonen, daß einerseits solche »dilacerations«, wie sie Fraipont vorgenommen hat, wohl nicht ganz beweiskräftige Resultate liefern, — daß ich dagegen anderseits ebensowenig wie Fraipont, auch nicht mit Hilfe moderner Färbungsmethoden, auf Schnitten solche direkte Innervation der Muskeln von der Haut nachweisen konnte. Man sieht niemals irgend welche Fasern von der Hypodermis durch die Stützlamelle in das Mesoderm eindringen.

Von dem Bauchstrang direkt in die ventralen Mesenterien verlaufende Nervenfasern, wie Fraipont sie gesehen zu haben meint, fand ich auch niemals vor. Ob solche überhaupt vorhanden sind, vermag ich nicht anzugeben. Jedenfalls scheint mir sicher zu sein, daß die Fasern, welche in seiner Fig. 6, Taf. VI aus dem Bauchmark in die Mesenterien hineinreichen, keine Nervenfasern sind, denn die

Stelle, an der sie das Mark durchziehen, ist genau der Ort, wo sich die Stützfaserbündel befinden. Ich meine vielmehr, daß die Fasern auf jener Abbildung innerhalb und außerhalb des Ectoderms überhaupt nicht Teile einer und derselben Faser sind, sondern nur zufällig mit ihren Enden aneinanderstoßen, so daß sie einheitlich zu sein scheinen. Jene Fasern in den Mesenterien halte ich für Dorsoventralmuskeln, welche sich ja, wie ich selbst erst entdeckt habe, dort regelmäßig vorfinden.

### 5. Schlundnervensystem.

(Taf. XXV, Fig. 2—9.)

Am Vorderdarm von *Polygordius* finden sich zwei Nervenstränge, die ihn seitlich bis durch das erste große Dissepiment begleiten. Wie ich bereits in dem Abschnitt über den Darmkanal beschrieb, ist das Epithel des Oesophagus außen von einem Faserbelag bedeckt, dessen Elemente Stützfasern, Muskeln, vielleicht auch Nervenfibrillen sind. Innerhalb dieses Belags sieht man nun auf Querschnitten etwa durch die Mitte des Oesophagus rechts und links je ein Bündel von Fasern durch eine dünne Membran, ähnlich der, welche die Schlundcommissuren umgibt, von den übrigen Fasern abgegrenzt. Diese im Querschnitt mehr oder weniger kreisrunden Faserzüge sind nervöser Natur, wie ich durch die Bielschowskysche Nervenversilberung mit Sicherheit feststellen konnte.

In der Mitte des Oesophagus haben die beiden Nerven den größten Querschnitt, während ihr Durchmesser in ihrem Verlauf nach vorn und hinten allmählich immer mehr abnimmt. Die Nervenfasern beginnen vorn etwa an der Stelle, wo der Vorderdarm nach der ventralen Seite umbiegt, und sind dort noch diffus zwischen die übrigen Fasern des Schlundbelags verteilt. Bald jedoch sammeln sie sich zu den beiden abgetrennten Strängen und verlaufen nun, immer im Niveau des Faserbelags, schräg nach hinten abwärts, so daß sie kurz vor dem ersten Dissepiment die Ventralseite des Oesophagus erreicht haben. Dort gabeln sie sich. Der eine Ast jedes Stranges läuft unter dem Darmepithel dem entsprechenden des andern entgegen und vereinigt sich mit ihm, so daß beide Nervenbündel hier miteinander in Verbindung treten.

Je ein zweiter Ast jedoch behält die ursprüngliche Richtung bei, durchbricht mit dem Darm das Dissepiment und läßt sich noch im folgenden und manchmal auch im übernächsten Segment nachweisen. Dann aber verlieren sich diese in der Richtung nach dem

Schwanz des Wurmes immer dünner werdenden, nur noch wenige Fasern enthaltenden Bündel vollkommen.

Vielleicht ist auch noch je ein dritter Ast an der Gabelungsstelle vorhanden, welcher die Schlundnerven mit dem Unterschlundganglion in Verbindung setzt. Doch ist es mir leider nicht gelungen, hierüber Gewißheit zu erlangen. Jedenfalls kann ich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, daß, wenn eine Verbindung wirklich vorhanden ist, es nur sehr wenige Fasern sein können, welche nach dem Bauchmark führen.

Dagegen ist ein Zusammenhang dieser sympathischen Nerven mit andern Teilen des ectodermalen Nervensystems, etwa mit dem Oberschlundganglion, nicht vorhanden. Wie erwähnt, zerstreuen sich die Fasern vorn zwischen den Elementen des Schlundbelags. Wenn hier eine Kommunikation mit dem Cerebralganglion existieren sollte, müßten die Fasern die Schlundhöhle überbrücken, und das ist nicht der Fall.

Natürlich ist anzunehmen, daß diese Nervenfasern von nervösen Zellen ausgehen müssen, und solche scheinen sich ja, wie ich früher zeigte, tatsächlich im Schlundbelag vorzufinden (s. S. 41).

Es handelt sich hier also wohl um ein sympathisches, vom Hauptcentrum getrenntes Nervensystem, das wahrscheinlich zur Innervation der Schlundretractoren, aber auch der Darmmuscularis, dient und vielleicht seine Reize direkt vom Epithel des Vorderdarms empfängt.

Wie Wolterecк in seinem Breslauer Vortrag (1905, S. 172) auseinandersetzt, entstehen die beiden Nervenstränge (und auch der übrige Schlundfaserbelag) aus der inneren Schicht des mesenchymatischen Belags des Larvenstomodäums.

Goodrich beschreibt in einem Aufsatz über *Saccocirrus* (1901) ein Schlundnervensystem, das ebenfalls in zwei seitlichen Strängen den Oesophagus begleitet. Die Querschnitte durch den Schlund, welche Goodrich gezeichnet hat, und auch solche im Original, die ich selbst von *Saccocirrus* herstellte, entsprechen völlig meinen Schnitten durch *Polygordius*, was das Aussehen und die Lage der Faserbündel anbetrifft. Dagegen ist das Verhalten bei *Saccocirrus* insofern ein andres, als hier jeder der beiden Nerven auf der Ventralseite der Oberlippe weiter nach vorn verläuft und in das Cerebralganglion eindringt. Ich betone nochmals ausdrücklich, daß eine solche Verbindung mit dem Oberschlundganglion bei *Polygordius* nicht vorhanden ist.

Bei *Lopadorhynchus* findet sich etwas Ähnliches, doch ist auch da in der Literatur eine Unsicherheit über den Zusammenhang der Schlundnerven mit dem übrigen Nervensystem zu konstatieren. E. Meyer, der die Entwicklung dieses von Kleinenberg (1886) ausführlich behandelten Phyllodociden gelegentlich seiner Studien über den Körperbau der Anneliden nachgeprüft hat, sagt (1901, S. 413): »Die Innervierung des Schlundes hat Kleinenberg in folgender Weise dargestellt. An beiden Seitenflächen des Pharynx ziehen zwei Längsnerven hin, die eine recht ansehnliche Anzahl in das Gewebe der Rüsselwandung eingestreuter Ganglienzellen begleitet. Die beiden Stämme sollen vermittels zweier Wurzelstränge, welche die Ringmuskelschicht des Schlundes durchsetzen, mit dem unteren Schlundganglion in Verbindung stehen.« Dann fährt er etwas weiter unten fort: »Eine derartige Verbindung der Schlundnerven mit dem ersten Paare der Bauchmarkganglien habe ich nicht zu konstatieren vermocht.« — »Die beiden seitlichen Längsnervenstämme des Schlundes sind in der Tat vorhanden und geben eine Reihe von Nebenästen ab. Nach vorn hin werden sie allmählich stärker und gehen schließlich auf die Wand der Mundhöhle über. An dieser Stelle sind die Schlundnerven von kleinen Nervenzellen umgeben, die ein Paar Pharyngealganglien bilden (Taf. XVII, Fig. 122, 123); sich noch etwas mehr nach vorn hin fortsetzend, sind sie an der vorderen Mundhöhlenwand durch eine Quercommissur untereinander verbunden. Weiter habe ich an meinen Präparaten den Verlauf der Nerven nicht verfolgen können, doch glaube ich, daß sie hier irgendwo aus den Hirnconnectiven austreten müssen, wie das bei sehr vielen Anneliden der Fall ist.«

Es scheint demnach, als sei jenes Schlundnervensystem phylogenetisch zuerst wirklich getrennt von dem übrigen ectodermalen Nervensystem entstanden, wie es bei *Polygordius*, der doch sicher eine archaische Form der Anneliden repräsentiert, noch heute der Fall ist, und erst später bei höher entwickelten Polychäten sekundär mit dem Gehirn oder dem Bauchmark in Verbindung getreten.

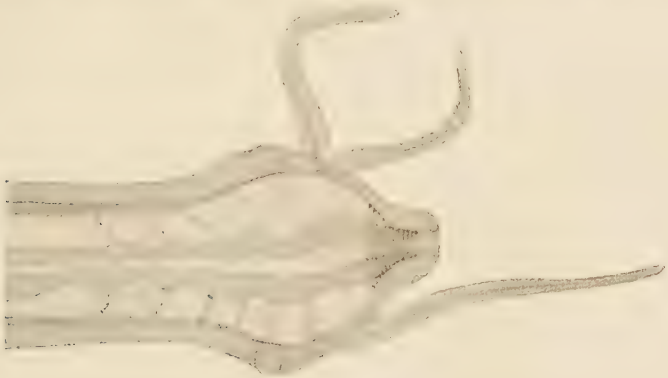
Vielleicht hat E. Meyer etwas Derartiges im Sinne, wenn er am Schluß des eben zitierten Abschnittes über *Lopadorhynchus* S. 414 sagt: »Nach Kleinenberg soll das Schlundnervensystem ‚ein abgelöstes Stück' vom Bauchstrange vorstellen. Das halte ich für sehr unwahrscheinlich, da ich die Bildung von Nervenzellen in den Wandungen der Schlundanlage selbst beobachtet habe, wo, wie wir sehen werden, zugleich auch primäre Sinnesorgane vorhanden sind.«

### 6. Sinnesorgane.

Die aus dem Prostomium hervorragenden Tentakeln dienen zum Tasten. Sie sind einfache Verlängerungen der Vorderseite des Wurmes und enthalten in ihrem Inneren lediglich Nervenfasern, welche an der Tentakelbasis in das dort befindliche Tentakelganglion übergehen. Contractile Elemente oder Hohlräume sind nicht in den Tentakeln vorhanden. Diese sind infolgedessen starr und unbeweglich, wovon man sich leicht bei der Beobachtung lebender Würmer überzeugen kann. Man sieht da vielmehr, daß die Polygordien mit ihren Tentakeln in der Weise tasten, daß sie das ganze Vorderende hin und her bewegen.

Um mechanische Reize aufnehmen zu können, sind die Tentakeln mit zahlreichen feinen Sinneshärchen versehen, die nach allen Seiten aus der Cuticula hervorragen. Solche Tasthärchen finden sich aber auch sonst, nur nicht so dicht nebeneinander, über den ganzen Rumpf verteilt. Am lebenden Wurm kann man sie als dünne, eben noch sichtbare lichtbrechende Linien erkennen. Auf Schnitten findet man sie nur selten, und ich habe keinen Zusammenhang zwischen ihnen und irgend welchen Hypodermiszellen feststellen können. Es scheinen äußerst vergängliche Gebilde zu sein, die schon bei der Konservierung fast immer zerstört werden.

Anmerkung. Bei *Polygordius appendiculatus* sind außer den beiden Tentakeln am Kopflappen auch am Pygidium noch zwei Tastorgane vorhanden, die



Textfig. 17.

Schematischer Schnitt durch das Hinterende eines *Polygordius appendiculatus*, der anormalerweise drei Präanalcirren hat.

beiden Präanalcirren. Sie sitzen mit ihrem basalen Ende dicht hinter dem Klebdrüsenkranz, und werden wahrscheinlich von dem Bauchmark innerviert,

das ja gerade an jener Stelle in einen Nervenring ausläuft. Ich fand einen *Polygordius appendiculatus*, bei dem auf der einen Seite zwei solche Cirren nebeneinander entspringen, so daß das Tier im ganzen also deren drei besitzt. Vielleicht deutet dieses Vorkommnis darauf hin, daß einst in dieser Körperregion eine größere Anzahl solcher Tastorgane vorhanden gewesen sein mögen.

Auch auf den Präanalcirren sind die Sinneshärchen dicht gehäuft, ebenso wie auf den Tentakeln, obwohl Fraipont meint, letztere seien bei *Polygordius appendiculatus* frei von Haaren.

Ebenfalls als Tastorgane sind wahrscheinlich die in der Haut verteilten Sinneskölbchen anzusehen, wie ich bereits bei der Beschreibung des Integuments erwähnte (Taf. XXVI, Fig. 18). Sie durchbrechen die Cuticula als keulenförmige Gebilde, welche sich mit Eisenhämatoxylin lebhaft färben. Die Spitze ihres verdickten Endes ragt ein wenig über die äußere Cuticula hervor, während man den dünnen proximalen Teil bis in die Hypodermis verfolgen kann. Im Innern der Kölbchen sieht man bei entsprechender Differenzierung und Vergrößerung je eine feine, dunkler als ihre Umgebung erscheinende Faser etwa von der Mitte des Keulenköpfchens bis in den schlanken Teil verstreichen. Das proximale Ende jedes Kölbchens geht in eine im Hautepithel liegende Zelle über, deren Kern bedeutend größer ist, als die der übrigen Hypodermiszellen und ein feines Plasmagerüst aufweist, in dessen Ecken sich stark chromatische Körnchen befinden. Eine Nervenverbindung von diesen Sinnesapparaten nach irgend einem Organ oder einem Nervenstrang des Wurmes konnte ich nicht beobachten. Wegen der ganzen Beschaffenheit dieser Sinneskölbchen aber kann man wohl als sicher annehmen, daß sie dazu bestimmt sind, Reize, welche aus der Außenwelt stammen, dem Wurm zu übermitteln.

Die Sinneskölbchen sind über den ganzen Körper ziemlich gleichmäßig verteilt (Textfig. 11, S. 27); es scheint nicht, daß sie auf den Tentakeln dichter angeordnet sind als auf den übrigen Stellen der Haut.

Lateral an der Basis des Prostomiums liegen zwei Wimpergruben, welche ja bei den meisten Anneliden vorkommen und, wie man allgemein annimmt, als Geruchsorgane zur Perception chemischer Reize gebraucht werden. Die Zellen der Wimpergruben sind verlängerte, hohe Hypodermiszellen, die an ihrem distalen Ende lange kräftige Cilien tragen, die im Leben äußerst rege flimmern. An ihrem Rande geht das Epithel der Wimpergruben allmählich in die Hypodermis über. Der mittlere Teil dieses Sinnesepithels ist etwas eingesenkt, wodurch eine Grube entsteht, deren längste Ausdehnung bei wagerechter Lage des Wurmes schräg von oben nach

unten gerichtet ist. Durch ihre Retractoren können die Wimpergruben noch weiter ins Kopfinnere eingezogen werden, so daß sich die Seitenwände einer jeden fast aneinander legen. Hierdurch wird erreicht, daß die Wimpern vor schädlichen Einwirkungen geschützt werden können. Die basalen Enden der Epithelzellen stehen durch Nervenfasern mit den dicht bei den Wimpergruben liegenden zu diesen gehörigen Ganglien in Verbindung.

Sehorgane, Augen sind bei *Polygordius lacteus* ebensowenig wie bei *Polygordius neapolitanus* und *Polygordius appendiculatus* vorhanden. Die Augenflecke der Trochophora-Scheitelplatte verschwinden schon bald nach der Metamorphose.

### Excretionsorgane.

Die allgemeine Lage und Beschaffenheit der Nephridien gibt Fraipont nach Beobachtungen am lebenden Objekt richtig an; dagegen ist es ihm nicht gelungen, diese Organe auf Schnitten deutlich nachzuweisen, so daß er auf eine genauere histologische Beschreibung verzichtet. Er schreibt über den Excretionsapparat (appareil excréteur S. 27): »Il existe une paire d'organes ségmentaires dans chaque anneau du corps, sauf dans les segments céphalique et anal.«

Da ich nun gezeigt habe, daß sich jenes »Kopfsegment« der früheren Autoren nicht mehr halten läßt, weil dort die Verhältnisse im Innern des Körpers komplizierter sind, als man bisher annahm, so werde ich nachher den Excretionsorganen in diesem Körperteil eine besondere Schilderung widmen müssen. Im Pygidium fehlen die Nephridien ganz und in den jüngsten Segmenten innerhalb und dicht vor der Wachstumszone sind sie erst im Entstehen begriffen.

#### a) Im Rumpf.

An jedem Nephridium des Rumpfes lassen sich morphologisch drei Teile unterscheiden:

1) die innere Mündung, die ich Trichter nenne,
2) der Kanal und
3) die Endblase mit der Mündung nach außen.

Den Hauptbestandteil des Organs bildet der Kanal. Wenn Fraipont angibt: »Ce tube chemine lateralement dans l'épaisseur de la portion somatique du peritoine — —«, so muß ich da eine Berichtigung hinzufügen. Der Nephridialkanal verläuft nicht in der Schicht der Somatopleura selbst, wo diese die ventralen Längsmuskeln bedeckt, wenn das auch nach dem Aussehen beim lebenden

Wurm so scheinen mag, sondern er liegt in dem Winkel, den die Transversalmuskeln mit der ventralen seitlichen Körperwand bilden, frei in der Lateralkammer (vgl. Textfig. 1). Das Peritoneum wölbt sich von der distalen Kante der Nierenkammer in deren Lumen vor und umgibt den Nephridialkanal, so daß dieser an einem doppelten Ligament aufgehängt erscheint (Taf. XXVIII, Fig. 51, Taf. XXIX, Fig. 54, 55 u. 56).

Der Kanal nimmt seinen Weg vom Dissepiment nach rückwärts in gerader Linie durch die ersten zwei Drittel des folgenden Segments, darauf biegt er rechtwinklig um und erreicht parallel unter den Transversalmuskeln hinziehend die Hypodermis, wo dann der dritte Abschnitt des Nephridiums beginnt.

Die Wände des Kanals bestehen aus einer ganzen Anzahl von Zellen und lassen sich auf mit Eisenhämatoxylin behandelten Schnitten leicht an der schwach hellgrünen Färbung und den eingelagerten dunklen Excretkörnern erkennen. Diese Zellen sind durchbohrt und so aneinander gereiht, daß sie eine Röhre von überall gleicher innerer Weite ergeben. Das intracelluläre Lumen des Kanals ist mit energisch schlagenden Cilien ausgekleidet, welche den Inhalt des Kanals nach außen befördern.

Die innere Mündung des Nephridiums ist trichterförmig erweitert. Man kann sich am besten ein Bild von diesem Trichter machen, wenn man die Vorderseite eines Dissepiments in Höhe der Seitenlinien vom Darm her nach der Körperwand zu verfolgt. Etwa beim letzten Viertel trifft man auf der die Septenmuskeln bedeckenden Peritonealmembran eine kleine Anschwellung, die mit kräftigen Wimpern versehen ist. Bald darauf senkt sich das Cölothel in die Septenfläche ein, durchbricht das Dissepiment und trifft auf die vorderste Zelle des vorher beschriebenen Kanals. Diesen bewimperten Teil des Trichters nenne ich dessen Unterlippe (Taf. XXIX, Fig. 56).

Der distal von dieser gelegene Teil des Dissepiments, die Oberlippe des Trichters, ragt ein wenig über den Eingang des Kanals hervor und trägt keine Cilien. Von vorn gesehen erscheint die ganze Trichteröffnung, deren Ränder einige Kerne enthalten, als eine Durchbrechung des Septums mit ovalem Querschnitt, dessen vertikale Ausdehnung die größte ist.

Der dritte Teil des Nephridiums besteht in der Hauptsache aus der kugeligen Endblase, deren Durchmesser etwa der Höhe der Hypodermiszellen entspricht. Diese Blase wird von einer Anzahl Zellen mit meist auf der proximalen Seite der Hypodermis liegenden

Kernen gebildet und enthält keine Cilienauskleidung. Durch einen kleinen Porus, der die Cuticula durchbricht, mündet sie nach außen (Taf. XXVIII, Fig. 44).

b) Im ersten und zweiten Segment (Schlunddoppelsegment).

Die Kanäle des vordersten Nephridienpaares verlaufen regulär innerhalb der Lateralkammern des zweiten Cölomsomiten, also hinter dem ersten Dissepiment, und münden dort nach außen (Taf. XXV, Fig. 1). Nicht aber bilden sie, wie anzunehmen wäre, in den kleinen Septen je einen Trichter, sondern sie nehmen ihren Weg durch die Septen hindurch ohne Mündung, und reichen noch ein ganzes Stück nach vorn zu in das erste Segment hinein, wo ihr Durchmesser immer mehr abnimmt (Taf. XXV, Fig. 2).

Da das Lumen der ersten Cölomdivertikel vorn enger wird, ist es recht schwer, das wirkliche Ende dieser Kanäle nachzuweisen, — im Leben, weil sich in jener Gegend des Rumpfes dichte Pigmentmassen befinden, welche es unmöglich machen, die sonst durch die Wimperbewegung in ihrem Innern deutlich erkennbaren Kanäle weiter zu verfolgen, — auf Schnitten, weil sich hier alle Gewebe (Cölothelien, Transversalmuskeln) dicht aufeinander legen, so daß man die etwaigen Kanalwandzellen nicht von ihnen unterscheiden kann, da hier eben nicht nur diese, sondern auch ihre ganze Umgebung Pigmentstoffe enthalten.

Soweit ich feststellen konnte, sind die Kanäle blind geschlossen; jedenfalls ist sicher, daß eine trichterförmige Öffnung nicht existiert. Es leuchtet ja auch ein, daß bei der rudimentären Ausbildung der vorderen Cölomabschnitte diese nicht in dem Maße wie die großen Rumpfsegmente, in welchen noch dazu die Geschlechtsprodukte entstehen, Excretstoffe produzieren und daher auch keines so komplizierten Nierenapparates bedürfen.

Der wie die übrigen mit Cilien ausgekleidete Kanal dieser ersten Nephridien ist bei älteren Tieren völlig gestreckt, erscheint dagegen bei jungen Würmern in der Vertikalebene S-förmig gewunden. Er wird also wahrscheinlich beim Längerwachsen des ganzen vorderen Körperabschnittes gestreckt, indem er selbst nicht in gleichem Maße an Ausdehnung zunimmt.

Ich bemerke hier, daß auch diese Organe bei *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* identisch sind, obwohl gerade sie aus ganz verschiedenartigen Bildungen der beiden so heteromorphen Larven hervorgehen, wie durch Wolterecks Befunde festgestellt ist.

Besonders in seinem bereits mehrmals erwähnten Breslauer Vortrag (1905, S. 173—180) sind noch einmal alle diesbezüglichen Daten zusammengestellt.

Dagegen möchte ich hier noch auf einen Umstand hinweisen, der für den Zusammenhang der zweiten Larvennephridien mit den ersten Annelidnephridien von Bedeutung ist. Wolterecк hat gezeigt, daß bei beiden Species die zweiten Larvennieren aus zwei verschiedenen Komponenten, einem im Blastocöl liegenden mesenchymatischen (dem Kopf) und einem im ersten Somitpaare des Rumpfes gelegenen segmentalen Teil bestehen, und daß nach der Metamorphose nur die segmentalen Abschnitte, welche wie die Rumpfnephridien der Imagines im Bereich des ersten Segments mittels einer Endblase nach außen münden, erhalten bleiben. Er hat die Reste des zweiten Protonephridienpaares auch nach der Fertigstellung des Annelids nur an Exolarven beobachtet und deren weiteres Schicksal nicht verfolgt. Bei den Endolarven, in denen dieser segmentale Teil sehr klein ist, ließ er sich überhaupt nicht während und nach der Umwandlung von den umgebenden Geweben unterscheiden. Nach dem Verhalten beim ausgewachsenen Wurm muß man annehmen, daß der in dem ersten Somiten restierende, durch das Abwerfen seines mesenchymatischen Teiles kopflos gewordene Nierenkanal mit dem Vorderende des folgenden Rumpfnephridiums verschmilzt, während sein Endabschnitt resorbiert wird.

Dies scheint auch ganz erklärlich, denn wenn er völlig unverändert erhalten bliebe, so würden in das erste Cölomsegment zwei Nephridien einmünden, nämlich dieser segmentale, allerdings kopflose Teil der zweiten Larvenniere und das nächste Rumpfnephridium, und eine solche reiche Ausstattung mit Excretionsorganen wäre für das geringe Lumen des ersten Somiten wohl unnütz. Durch diese Art der Entstehung des ersten Paares von definitiven Segmentalorganen wird es auch verständlich, warum diese vorn blind enden. Der Solenocyten tragende Kopf, welcher in das Blastocöl ragte, ist verloren gegangen, und der übrig bleibende Kanal hat sich vorn geschlossen.

Es sind also die ersten Wurmnephridien wahrscheinlich eine Verschmelzung von zwei vorher getrennt gewesenen Excretionsorganen, nämlich dem Kanal des zweiten Protonephridiums und dem vordersten Rumpfnephridium.

---

Jedes Nephridium gehört, wie es ja die Regel bei den Anneliden

ist, immer zwei Segmenten an: gegen das eine ist es geöffnet (mit Ausnahme des rudimentären ersten Paares) und nimmt die Excretstoffe daraus durch seinen Trichter auf, während es das andre, caudal von ihm gelegene mit seinem Kanal durchzieht, dessen Wandzellen sich freilich auch an der Excretion betätigen, indem sie stickstoffhaltige Produkte aus der Leibeshöhle in eine endgültige Form bringen, um sie schließlich durch das Kanallumen nach außen zu befördern.

Eisig stellt in seiner Capitelliden-Monographie (1887, S. 763) diese Tätigkeit der Segmentalorgane aller Anneliden folgendermaßen dar: »Die Nephridien haben eine doppelte Funktion, nämlich erstens die, die durch das Blut ihren Drüsenzellen zugeführten Vorstufen von Excreten in endgültige durch die Nephridialkanäle zu eliminierende Excrete überzuführen, und zweitens die, vermöge der Trichter (und derselben Kanäle) feste, in andern Nierenorganen zur Ausscheidung gelangte endgültige Excrete aus dem Cölom herauszuschaffen.«

Unter den erwähnten »andern Nierenorganen« versteht Eisig umgewandelte Partien des Cölothels, und ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich annehme, daß auch bei *Polygordius* sich das Peritoneum an der Excretionstätigkeit beteiligt. In besonders hohem Grade scheint mir das in der Schlundregion der Fall zu sein.

Aus der Anordnung der Segmentalorgane geht hervor, daß ebenso wie die Perirectalhöhle auch die Peripharyngealhöhle nicht im Zusammenhang mit Nephridien steht, letztere höchstens sekundär durch den Septenspalt des zweiten Septums mit dem Nierenpaar, das seine innere Mündung im dritten Dissepiment hat.

Nun findet sich in dem vorderen Körperabschnitt in der Bedeckung der Längsmuskeln, also in vier rostrad immer schmaler werdenden Strängen, reichliches gelbbraunes oder rostrotes Pigment, das den Excretansammlungen in den Nephridialkanälen völlig gleicht. Aber auch in den Rumpfsegmenten trifft man wenigstens in den Somatopleuren der Lateralkammern das gleiche Pigment an, wenn auch nicht so stark gehäuft. Auf Schnitten sieht man in den Zellen der erwähnten Cölothelien, welche ja, wie ich in dem Abschnitt über die Körperhöhlen beschrieb, ein parenchymatöses Gewebe bilden, große, meist rundliche mehr oder weniger gekörnte Einschlüsse. Es wäre denkbar, daß diese Zelleinschlüsse Reservestoffe, Fette sein könnten, welche hier aufgespeichert sind, um bei Gelegenheit, vielleicht bei dem Heranreifen der Keimzellen, eine nutritorische Rolle zu spielen. Ich glaube aber eher in ihnen stickstoffhaltige Verbin-

dungen sehen zu dürfen, welche aus der Leibeshöhlenflüssigkeit ausgeschieden sind und hier angesammelt werden. Für diese letztere Annahme spricht die Übereinstimmung mit den doch sicher Excretionsprodukte darstellenden Einschlüssen der Nephridialkanalwände, und mit den frei in der Leibeshöhle flottierenden Excretcoagulationen. — Allerdings enthalten nicht alle Zellen jenes Parenchyms derartige Einlagerungen, so daß man den übrigen eine solche aufspeichernde Funktion zu Ernährungszwecken wohl zuschreiben kann.

Ich halte also die mit solchem Pigment versehenen Teile des Cölothels für Organe, welche bestimmt sind, die Nephridien in ihrer Excretionstätigkeit zu unterstützen (Taf. XXVIII, Fig. 45).

E. Meyer (1901, S. 461) nennt derartige Gebilde Phagocytärorgane und sagt von ihnen: »Als lokale Modifikationen des allgemeinen Peritonealepithels erscheint eine ganze Reihe verschiedenartiger Phagocytärorgane, die früher unter der Bezeichnung der lymphoiden Chloragogen- oder Peritonealdrüsen zusammengefaßt wurden. Meiner Ansicht nach können diese Gebilde alle morphologisch als einstmalige Bildungsstätten von lymphoiden Zellen aufgefaßt werden. Man hat sich das letztere so vorzustellen, daß die Elemente dieser Organe, die früher ebenfalls frei wurden, um im Cölom herumzuwandern, und während dieser phylogenetischen Periode phagocytäre Eigenschaften erworben haben können, sich jetzt von ihrem Mutterboden, dem Cölomepithel einfach nicht mehr ablösen, sondern mit demselben permanent in Zusammenhang bleiben.« (Vgl. auch Eisig, Capitelliden-monographie 1887 S. 757 ff:. »Die excretorischen Leistungen des Peritoneums.«)

Ich glaube, daß man die vorliegenden umgewandelten Peritonealteile als ein ursprünglicheres Stadium solcher Phagocytärorgane ansehen darf, deren Tätigkeit ich mir nun so denke, daß ihre Zellen zunächst ähnlich wie Phagocyten (es sind ja keine solchen in der Leibeshöhlenflüssigkeit vorhanden) und ähnlich wie die Zellen der Nephridialkanalwände Stoffwechselprodukte aus der Leibeshöhle aufnehmen, und nachdem sie dieselben in die endgültige Form gebracht haben, in ihrem Inneren aufspeichern. Wenn dann eine solche Zelle ganz mit Excret vollgefüllt ist, löst sie sich aus dem Verbande des Cölothels los und gelangt frei in die Leibeshöhle. Es flottieren in dieser wie erwähnt Excretconcremente, welche oft durch die Septenspalten von einem Segment ins andre wandern; und ich kann deren Herkunft nur so erklären, daß sie ehemalige Teile des Peritoneums sind, die sich von ihrem Mutterboden getrennt haben. Diese umgewandelten Zellen

degenerieren teilweise schon wenn sie noch an der Cölothelwand sitzen, denn man findet ihre Kerne dort oft in Zerfall begriffen oder schon ganz verschwunden, — teilweise tritt diese Auflösung erst nach der Abtrennung ein. Wenigstens findet man in der Lymphe Excretballen, die noch von Zellresten umgeben sind, in denen man auch Kerne nachweisen kann, andre sind rein stickstoffhaltige Concremente. Diese sind wohl das Endstadium, welches durch die Nephridialkanäle entleert wird (Taf. XXVIII, Fig. 45 u. 47).

Bei jungen Würmern sind solche freischwimmende Excretansammlungen bei weitem häufiger als bei ausgewachsenen, was wohl einerseits mit dem durch das schnelle Wachstum beschleunigten Stoffwechsel zusammenhängt, anderseits damit, daß die jungen Nephridien wohl noch nicht gleich so funktionieren wie die älterer Tiere. Die Tatsache, daß auch bei ausgewachsenen Polygordien in der Schlundregion ziemlich bedeutende Excretansammlungen vorhanden sind, scheint mir ein Beweis dafür zu sein, daß hier die wegen der vielen Muskeln um den Schlund reichlicher produzierten stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte nicht so bequem, wie in den Rumpfsegmenten aus dem Körper entfernt werden können, eben weil der Peripharyngealraum nur vermittels des dritten Segments mit den dort mündenden Trichtern des dritten Nephridienpaares in Verbindung steht. Und ventral, in den Cölomdivertikeln des ersten Segments, liegen die Verhältnisse für eine Ausfuhr der Excretstoffe ebenso ungünstig, denn obwohl dort der Anfang des ersten Nephridienpaares liegt, so entbehrt dieses einer inneren Öffnung, so daß hier Excret in fester Form ebenfalls nicht nach außen gelangen kann.

Eine solche Ansammlung von Excret in Teilen des Cölothels und nachherige Entleerung aus dem Körper durch geeignete Segmentalorgane ist z. B. auch von Eisig bei einigen Capitelliden sicher festgestellt worden. Eisig (Capitellidenmonographie, 1887, S. 757 ff.) wies nach, daß in dem Vorderende von *Mastobranchus* und *Heteromastus* im Peritoneum Excretstoffe angesammelt, und »daß alle diese durch das Peritoneum erzeugten Excretbläschen und Concretionen durch die (in beiden Gattungen auf das Abdomenende beschränkten) Nephridien nach außen geschafft werden«.

---

Die schon mehrmals erwähnten drüsigen Gebilde im Prostomium und an der Vorderwand des Schlundes, die »gelben Körper« Wolterecks, halte ich für ähnliche Excretionsorgane wie die vorigen; doch scheinen sie sich nicht abzulösen von dem umgebenden Zell-

verband. In der allgemeinen Übersicht dieser Arbeit habe ich schon ihre verschiedene Lage bei den einzelnen Individuen erörtert. Man trifft sie nämlich entweder an der Vorderwand des Hauptganglions in der Präcerebralhöhle, oder rechts und links in den Schizocölräumen unter der dorsalen Längsmuskulatur des Kopflappens, oder eine ähnliche Drüse auf dem Epithel des Schlundes, da wo er vorn nach der Mundöffnung umbiegt. Dabei treten diese Organe ganz willkürlich bei beiden Geschlechtern auf, bald in der einen bald in der andern Form, bald fehlen sie ganz. Ebenso ist dieses unbeständige Verhalten sowohl bei *Polygordius lacteus* als bei *Polygordius neapolitanus* und *Polygordius appendiculatus* zu konstatieren. Fraipont meinte, das Vorkommen eines solchen unpaaren Pigmentfleckes vor dem Cerebralganglion sei ein besonderes Merkmal für *Polygordius appendiculatus* (vgl. Fraipont, 1887, Taf. II, Fig. 4), aber wie gesagt unterscheidet sich diese Species in dem Auftreten dieser Drüsen nicht von den beiden andern.

In der Scheitelplatte der Larve fand Wolterecк mehrere Gebilde, welche den vorliegenden in Gestalt und Farbe gleichen, und hat sie »gelbe Körper« genannt (Wolterecк, 1902, S. 60, Taf. X, Fig. 6*a*, 8*a*, 9, 11, 11*a*, Taf. XI, Fig. 10*a*). Über ihre Funktion vermochte er nichts anzugeben, aber da sie bei den ausgewachsenen Würmern im Prostomium an derselben Stelle liegen, wie jene Pigmentdrüsen, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie auch nach der Metamorphose erhalten bleiben, wenigstens bei vielen Würmern.

Sie erweisen sich da meist als einzellige Drüsen, welche in ihrem Innern mehrere durch Plasmawände getrennte rundliche Pigmentmassen enthalten (Taf. XXVIII, Fig. 46). Ob sie sich jemals ablösen, vermag ich nicht anzugeben; die in der ringsgeschlossenen Präcerebralhöhle können überhaupt nicht aus dieser herausgelangen.

### Geschlechtsorgane.

Sowohl die männlichen als auch die weiblichen Geschlechtsdrüsen befinden sich an einer andern Stelle, als Fraipont beschreibt. Nach ihm sollten Spermatozoen und Eier in der Mitte jedes Transversalmuskelbündels aus dessen Peritonealüberzug entstehen, und zwar oberhalb und unterhalb dieser Muskeln.

Wenn man halbreife Würmer mit dem Mikrotom schneidet, so erhält man allerdings Bilder, welche leicht zu jenem Irrtum führen können, wie ich nachher zeigen werde.

In Wirklichkeit werden die Geschlechtsprodukte gar nicht an den

Transversalmuskeln gebildet, sondern an der Unterseite der Nephridialkanäle — also lediglich in den Lateralkammern — und erfüllen erst später die ganze Leibeshöhle, auch die Darmkammern.

Bei jungen Würmern ist das Peritoneum, welches die Nephridialkanäle überzieht, auf allen Seiten histologisch gleichartig eine dünne Plasmaschicht mit flachen Kernen. Erst wenn das Tier herangewachsen ist, bemerkt man auf den Seiten der Kanäle, welche deren Aufhängeband diametral gegenüber liegen, einige mehr rundliche Zellen zwischen der Kanalwand und dem umgebenden Cölothel. Diese Zellen sind die Urgeschlechtszellen. Sie müssen sich in der Zwischenzeit aus dem Peritoneum herausdifferenziert haben, wie das ja bei den Anneliden allgemein angenommen wird; Übergangsstadien, aus denen die Art und Weise dieses ersten Auftretens von Keimzellenanlagen deutlich wird, habe ich leider nicht vorgefunden.

Diese Urkeimzellen beginnen nun sich zu teilen und beträchtlich zu vermehren, so daß sie bald ein mehrschichtiges Zellpolster auf der unteren Seite der Nephridialkanäle vom Septum bis zu deren Umbiegungsstelle bilden. In dieser Zeit sind auch die bisher fehlenden lateralen Gefäßblindsäcke vorhanden. Sie entspringen aus den seitlichen Gefäßschlingen in den Dissepimenten, nehmen ihren Weg geradlinig nach hinten, indem sie auf der intestinalen Seite zwischen den Urkeimzellen und dem diese umgebenden Peritoneum verlaufen, und begleiten so die Keimpolster bis zu deren caudalen Enden.

Die beiden Geschlechter sind bis zu diesem Stadium noch völlig gleich, so daß man sie nicht unterscheiden kann; erst bei der weiteren Entwicklung werden ihre Gonaden histologisch different.

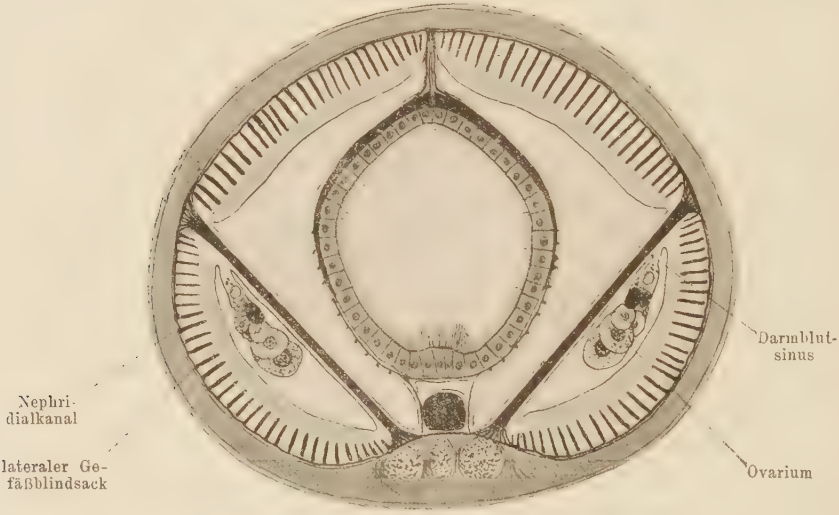
Bevor ich jedoch auf die Genese der Keimprodukte näher eingehe, möchte ich hier noch erwähnen, daß ein Zusammenhang zwischen Nephridien und Gonaden, wie man ihn bei *Polygordius* antrifft, nichts allzuseltenes bei den Anneliden ist. Um nur ein paar Beispiele aus der Literatur zu nennen, will ich anführen, daß E. Meyer (1887, S. 700) bei den Cirratuliden die Lage der Geschlechtsdrüsen »in den Nierenkammern in der Nähe der Nephridien« betont. Noch inniger ist dieses Verhältnis bei *Lopadorhynchus*, von dem E. Meyer (1901, S. 433) sagt: »In bezug auf Zahl, Anordnung im Körper und Entwicklungsgrad halten sie (die Gonaden) vollkommen gleichen Schritt mit den Nephridien. Ihrer Gestalt nach birnförmige Körper vorstellend, sitzen die Gonadenanlagen den hinteren Enden der Nierenschläuche derart auf, daß sie dieselben mit ihrem verjüngten, distalen Teile auf dem Niveau der Parapodialganglien umgreifen.« Eisig fand

bei einer Gruppe der Capitelliden etwas Ähnliches, nämlich bei *Notomastus* (vgl. Eisig Capitellidenmonographie 1887, Taf. XIV, Fig. 22 und seine Erklärung dazu).

Dieser Kontakt zwischen Excretions- und Geschlechtsorganen ist wohl leicht dadurch erklärbar, daß die infolge des erhöhten Stoffwechsels in den heranreifenden Gonaden stark vermehrten Excretmengen auf diese Weise am schnellsten in die sie aus dem Körper eliminierenden Organe gelangen.

## Ovariogenese.

Die Bildung der Eier geht in der Weise vor sich, daß die Zellen in den beschriebenen Keimpolstern sich lebhaft teilen, wodurch die vorher im Verhältnis zu den Nephridien noch kleinen Gonadenanlagen




Textfig. 18.
Schematischer Querschnitt durch die Körpermitte eines *Polygordius lacteus* ♀ mit reifenden Gonaden.

nun viel größer erscheinen. Dabei umgibt auch jetzt noch das Peritoneum die Keimpolster, so daß diese also außerhalb der Leibeshöhle liegen.

Das Produkt der Teilungen ist dann bald ein junges Ovarium, dessen Querschnitt meiner Fig. 55, Taf. XXIX entspricht. Dicht unter der Wand des Nierenkanals liegt die Bildungszone des ganzen Geschlechtsorgans, die man an ihren kleinen noch indifferenten mit hellen Kernen versehenen Zellen (Oogonien) erkennt. Auf diese noch

im Stadium der Ruhe befindliche Zellschicht folgt eine Zone, in der eine rege Vermehrungstätigkeit der Zellen herrscht, wie aus den zahlreichen Kernteilungsfiguren, hauptsächlich Spiremknäueln des Chromatins, ersichtlich ist. Es werden hier die Oocyten gebildet, welche in der nächsten Zone als rundliche, mit dunklerem Plasma versehene Zellen auftreten, deren Kerne immer noch fadenförmiges Chromatin enthalten. An diese dritte Zone schließt sich eine Wachstumszone an, in der die Oocyten an Größe bedeutend zunehmen. Zwischen den zwei letzten Keimschichten, aber an der dem Darm zugekehrten Seite der Gonade, verläuft der zugehörige laterale Gefäßblindsack, welcher den Keimzellen frischen Sauerstoff zuführt.

Neben den Oocyten der Wachstumszone finden sich im Verhältnis zu jenen kleine Zellen mit dunklen Kernen, die etwa denen der umgebenden Peritonealmembran gleichen. Diese Zellen sind meist zu mehreren an die Wände einer Oocyte gelagert, und ich glaube, daß wir es hier mit Ernährungszellen der jungen Eier zu tun haben.

Der Aufbau der Gonade, wie ich ihn hier geschildert habe, entspricht völlig dem Schema des Ovariums von *Amphitrite rubra*, welches E. Meyer (1887) S. 641 gezeichnet hat, und welches für die Anneliden allgemein gilt.

Auch bei *Polygordius* sprengen die Eier, nachdem sie ihre definitive Größe beinahe erreicht haben, das Cölothel, das sie noch von der Leibeshöhle trennt, bleiben aber noch eine Weile im Zusammenhang mit der Gonade, und gleichzeitig verschwinden die Nährzellen, indem sie wahrscheinlich von den Eiern völlig resorbiert werden (Taf. XXIX, Fig. 52).

Häufig drängen sich die Eier am Ende des Ovariums, weil sie wegen des lebhaften Nachwuchses von Keimzellen in den Lateralkammern keinen Platz mehr haben, zwischen den Transversalmuskelbündeln hindurch in die Darmkammern (Taf. XXIX, Fig. 56), so daß nun tatsächlich auf Querschnitten solche Bilder entstehen, wie sie Fraipont zeichnete, welche den Beschauer glauben machen, die Gonaden bildeten sich auf jenen Muskeln. (Eine derartige Keimzellenanlage schien mir an und für sich etwas merkwürdig, denn erstens würden dann in jeder Segmenthälfte der Zahl der Transversalmuskelbündel entsprechend 8—12 voneinander getrennte Geschlechtsdrüsen vorhanden sein, und zweitens wäre jede einzelne von diesen noch in eine intestinale und eine nephridiale Hälfte gespalten.)

Endlich verlieren die Eier auch noch den letzten Zusammenhang

mit den Ovarien und fallen frei in die Leibeshöhle, welche bei vollkommen reifen Tieren dann prall von ihnen erfüllt ist.

Die von einer dünnen Eihaut umgebenen Eier besitzen ein Plasma, welches stark tingierbare Körnermassen, wahrscheinlich Dotterschollen, enthält und einen großen runden Kern mit deutlicher Grenzmembran. In dem Kern fallen neben dem großen durch Eisenhämatoxylin intensiv schwärzbaren Nucleolus noch andre ebenfalls stark tingierbare Chromatinelemente auf, die unregelmäßig im Kernplasma verteilt sind.

### Spermatogenese.

Die Bildung des Spermas verläuft völlig analog der Oviogenese an der gleichen Stelle der Nephridialkanäle, nur sind hier die Teilungen der Urgeschlechtszellen viel intensiver und die aus ihnen hervorgehenden Zellen immer alle gleichwertig, daher alle gleich groß, weil Nährzellen fehlen. Es entsteht zunächst eine große Anzahl Spermatocyten, die man auf Schnitten in ebensolcher Zone angeordnet trifft, wie bei dem Weibchen die Oocyten, doch sind sie ein wenig kleiner als diese (Taf. XXVIII, Fig. 48).

Auch die Spermatocyten sind von einer Peritonealmembran umgeben, welche später reißt, und wuchern in gleicher Weise durch die Lücken zwischen den Transversalmuskelbündeln aus den Lateral- in die Darmkammern, so daß es wiederum den Anschein hat, als lägen auch die männlichen Gonaden auf diesen Muskeln. Aus mehrfachen Teilungen dieser Spermatocyten resultieren die Spermatiden, kleine Zellen mit runden chromatinreichen Kernen, die in sehr wenig Plasma gehüllt sind.

Es scheint, daß schon die Spermatocyten frei werden und in die Leibeshöhle fallen, denn ich habe solche im Stadium der Loslösung angetroffen, wie es meine Fig. 48, Taf. XXVIII zeigt. Die Spermatiden flottieren stets frei in der Leibeshöhle und wandeln sich wahrscheinlich direkt in die Spermatozoen um, wie es ja die Regel ist.

Die Spermatozoen haben einen kugelrunden Kopf, der durch Eisenhämatoxylin völlig schwarz gefärbt wird. Er ist umgeben von einer ganz feinen Plasmahaut, die sich vorn als eine ziemlich stumpf-kegelförmige Spitze erhebt. Diesem Spitzenstück diametral gegenüber erkennt man das cylindrische Mittelstück, das mindestens dreimal so breit ist als lang. Endlich geht von der Mitte der hinteren Fläche des Mittelstücks eine lange dünne Geißel aus, das Endstück, der Schwanzfaden des Spermatozoons.

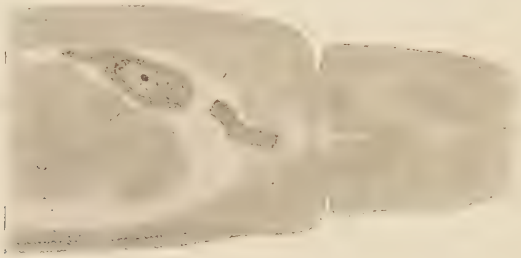
Während nun Fraipont angibt, daß die Geschlechtsprodukte, sowohl Eier als Sperma, in allen Segmenten des Wurms vom vierten an entstehen, fand ich bei beiden Geschlechtern niemals im Vorderende Gonaden, sondern immer erst etwa im 40. Segment und von da durch den ganzen Rumpf hindurch bis zum Ende, mit Ausnahme der vor dem Pygidium in Bildung begriffenen neuen Segmente. Konservierte Würmer, die man durch Nelkenöl aufhellt, lassen das deutlich erkennen, noch besser aber lebende, bei denen man gleichzeitig sehen kann, wie der Darmblutsinus erst bei jenem 40. Segment beginnt, während in dem davorliegenden Rumpfabschnitt das dorsale Gefäß unverändert erhalten ist. Im Vorderende des *Polygordius* befinden sich also keine Gonaden.

Wohl aber können die Geschlechtsprodukte durch Vermittlung der Septenspalten bis in die Schlundregion vordringen. Es scheint das sogar regelmäßig vorzukommen, denn ich fand eine Anzahl von Würmern, bei denen der ganze Körper von vorn bis hinten mit Sperma bzw. Eiern erfüllt war. Vielleicht waren solche Exemplare die Veranlassung, daß Fraipont glaubte, diese Keimzellen seien dort an Ort und Stelle entstanden. Ich bin sogar mehrfach in der Schlundhöhle auf Eier und Sperma gestoßen, wo sie doch auf keinen Fall gebildet werden können.

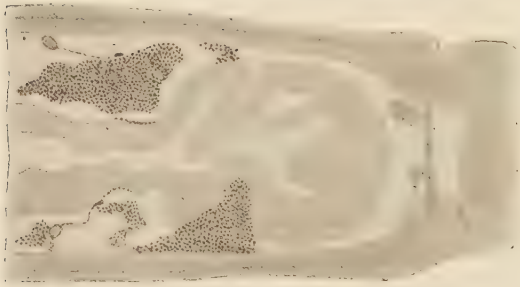
Es ist wohl anzunehmen, daß die Cölomabschnitte des Rumpfes, welche Gonaden enthalten, nicht ausreichen, um die Menge der produzierten Keimzellen aufzunehmen, so daß diese dem entstehenden Druck in der Leibeshöhle nach vorn in die leeren Segmente ausweichen. Dieses Wandern der Keimzellen hat mich zuerst auf die bisher unbekannten Septenspalten aufmerksam gemacht, und ich habe einige Schnitte erhalten, auf denen Spermamassen oder Eier gerade bei dem Durchtritt von einem Segment ins andre zu sehen sind.

Seit Fraiponts Beschreibung wird allgemein angenommen, daß die Polygordien ihre Geschlechtsprodukte durch ein Platzen der einzelnen Segmente entleeren, wobei die Tiere natürlich zugrunde gehen. Für die Weibchen galt das bisher als sicher, für die Männchen war es noch zweifelhaft, ob sie nicht vielleicht die Nephridien zur Ausfuhr des Spermas benutzen. Obwohl es mir nicht gelungen ist, die Tiere bei der Ablage der Geschlechtsprodukte zu beobachten, glaube ich doch nicht, daß sie auf eine so gewaltsame Weise geschieht. Fraipont hat ja jene Ruptur der Körperwand selbst gesehen, aber es ist nicht wahrscheinlich, daß dieses Platzen der Würmer auf natürlichem Wege geschehen sei. Die Tiere führen

nämlich auf dem Objektträger und im Uhrschälchen, überhaupt wenn sie wenig Wasser zur Verfügung haben, heftig schlängelnde Bewegungen aus, welche leicht der Anlaß, zumal bei solchen prall gefüllten Würmern, zu einem Platzen werden können, wie FRAIPONT selbst zugibt. Vor allem aber habe ich einige Gründe anzuführen, welche gegen ein solches gewaltsames Verfahren der Natur sprechen.



Textfig. 19.



Textfig. 20.

Schematische Frontalschnitte durch die Vorderenden reifer Würmer, um die Anwesenheit von Geschlechtszellen im Peripharyngealraum zu zeigen.

Wenn die Würmer bei der Ablage der Geschlechtsprodukte umkommen, so könnte jedes Tier nur einmal in seinem Leben Nachkommenschaft erzeugen, was für die Erhaltung der Art sehr ungünstig wäre. Ich habe im vorigen Sommer (1905) reife Polygordien, deren Körper in der bekannten Weise prall voll Eier bzw. Sperma waren, aus Helgoland geschickt bekommen, von denen die kleineren etwa 4 cm lang waren, während andre eine Länge von 8—9 cm besaßen bei entsprechender Stärke. Dabei betone ich ausdrücklich, daß in den kleinen nicht etwa Exemplare von *Polygordius appendiculatus* vorlagen, welche Species ja allerdings nur 4—5 cm lang wird. Man muß also annehmen, daß bei diesem mehr als um das Doppelte differierenden Größenunterschied die kürzeren Individuen jünger, die

längeren älter waren. Daraus würde sich zugleich ergeben, daß die großen Tiere bereits einmal in ihrem Leben geschlechtsreif waren.

Es fragt sich nun, wie denn der Prozeß der Keimzellenablage vor sich gehen möchte. Daß die im Verhältnis zu dem Lumen der Nephridialkanäle riesigen Eier durch die Segmentalorgane entleert werden, ist ausgeschlossen, wie schon Fraipont einsah. Den Spermatozoen wäre eine solche Passage eher möglich, aber sie scheint doch nicht benutzt zu werden, denn sie ist bisher noch nie beobachtet worden. Man sieht zwar die Spermamassen in der Nähe der Trichter in heftiger Bewegung, doch ist diese bei dem lebhaften Schlagen der starken Cilien der Unterlippe eigentlich selbstverständlich und noch kein Beweis für einen derartigen Ausgangsweg. Trotz eifriger Beobachtung sah ich niemals Spermatozoen innerhalb der Nierenkanäle oder gar solche aus den Nephridialporen ins Freie treten.

Da die Leibeshöhle außer durch die Nephridien nicht mit der Außenwelt in Verbindung steht, so bleibt für die Entleerung ihres Inhalts tatsächlich nur ein Bruch ihrer Wand übrig. Es ist aber meiner Ansicht nach nicht nötig, daß dabei jedes einzelne Segment platzt, sondern eine Öffnung an einer Stelle des Körpers wird genügen, um alle Geschlechtszellen nacheinander ins Freie gelangen zu lassen. Ich meine, daß die Ablage der Keimzellen tatsächlich in dieser Weise geschieht. Es wird den Eiern bzw. dem Sperma durch ein Reißen der Körperwand, das in einem möglichst weit hinten liegenden Segment zu erfolgen hätte, Gelegenheit geboten, aus dem Körper auszutreten, und während das vielleicht sich völlig ablösende Ende dem Zerfall anheimfällt, regeneriert das am Leben bleibende Vorderende ein neues Schwanzstück.

Dafür, daß sich der Prozeß in Wirklichkeit so oder ähnlich abspielt, scheinen mir die tatsächlich regenerierten Enden zu zeugen, die man bei einer großen Anzahl von männlichen wie weiblichen Individuen trifft. Von den Polygordien, die ich im vergangenen Herbst (1905) auf Helgoland lebend untersuchte, besaßen mindestens die Hälfte regenerierte Enden, und wenn auch durch irgendwelche Katastrophen einzelne Würmer verletzt werden können, so glaube ich nicht, daß dies bei einem so hohen Prozentsatz (50 %) der Fall ist. Ich möchte hier erwähnen, daß die regenerierten Enden sofort daran zu erkennen sind, daß sie einen bedeutend geringeren Durchmesser haben als der übrige Körper, und daß sie sich infolgedessen gegen das letzte recente Segment scharf absetzen (Taf. XXVI, Fig. 11).

Dieses Entleeren der Keimzellen durch Abreißen des hinteren Körperendes scheint mir ein ursprünglicheres Stadium für die verwickelten Vorgänge zu sein, die sich bei einigen höheren Polychäten abspielen und dann zu dem bekannten Generationswechsel führen, der z. B. zwischen *Nereis*- und *Heteronereis*-Arten, zwischen *Syllis*- und *Heterosyllis*-Arten besteht.

Einen Übergang von dem einfachen Verhalten bei *Polygordius* zu jenem komplizierten einiger Polychäten bildet die Art und Weise, wie bei *Clistomastus* die Keimzellen entleert werden. Eisig beschreibt in seiner Monographie 1887, S. 32, 33, daß bei diesem Capitelliden

Textfig. 21.

Totalansicht eines reifen ♀ mit regeneriertem Hinterende. Gonaden etwa vom 40. Segment an. Ein Darmblutsinus ist nur in den Gonaden enthaltenden Segmenten ausgebildet.

im letzten Thoraxsegment ein besonderer Ringmuskel vorhanden ist, durch den der folgende Körperteil, das Abdomen, abgeschnürt werden kann. Er sagt dann: »Ich bin nun zur Ansicht gelangt, daß diese für *Clistomastus* so charakteristische Anordnung mit der Eigentümlichkeit dieser Untergattung zusammenhängt, sich ihrer Geschlechtsprodukte durch Abreißen der mit Eiern oder Samen angefüllten Portionen des Abdomens zu entledigen. Die betreffenden Tiere werden nämlich durch die geschilderte Einrichtung wahrscheinlich instand gesetzt, den Thorax spontan vom Abdomen abzuschnüren und auf diese Weise den allein von jener auf Höhe der Geschlechtsreife auftretenden Histolyse frei bleibenden, zum Fortleben befähigten Teil, den Thorax, von der gefährlichen Nachbarschaft solcher, der Zersetzung anheimfallender Abdomina zu befreien.« Eisig selbst hält diese Abzweunung des Hinterendes bei *Clistomastus* für eine Vorstufe zu dem späteren Generationswechsel der Syllideen natürlich

nur in physiologischer Hinsicht) und führt seine Ansichten in einem besonderen Abschnitt seiner Monographie auf Seite 794 aus.

Bei *Polygordius* ist das Verhalten noch ursprünglicher, denn während bei *Clistomastus* schon durch jenen Schnürmuskel eine bestimmte Stelle vorgesehen ist, an welcher die Loslösung des Hinterendes erfolgen soll, so findet sich bei ihm nichts Derartiges, so daß eine Ruptur der Körperwand noch in jedem beliebigen Segment stattfinden kann.

Die Auflösung der inneren Organe, des Peritoneums, der Nephridien, der Hypodermis, zur Zeit der Reife, welche Fraipont behauptet, kann ich nicht zugeben. Zwar werden die Gewebe im Innern des Wurmes durch die Menge der Geschlechtsprodukte ziemlich zusammengedrängt, aber sie bleiben erhalten. Es scheint sogar, daß die Nephridien, wie ja natürlich, lebhafter arbeiten. Ebenso verfällt die Hypodermis nicht einer Histolyse, nur vermehren sich ihre Drüsen und betätigen sich durch stärkere Excretausscheidung etwas mehr als sonst.

## II. Polygordius triestinus Woltereck (nov. spec.).

Während die seither bekannten *Polygordius*-Arten in ihrem äußeren Habitus einander gleichen, zeigt diese neue Species ziemlich beträchtliche Abweichungen, die wohl eine besonders ausgeprägte Anpassung an ganz bestimmte Verhältnisse bedeuten.

Das größte mir vorliegende geschlechtsreife Tier hat eine Länge von etwa 30 mm; die übrigen sind kleiner. Der Rumpf bekommt durch die veränderten Größenverhältnisse seiner Segmente ein schlankeres Aussehen; in der Körpermitte sind die Segmente nämlich reichlich doppelt so lang als breit.

Am meisten fällt bei *Polygordius triestinus* das stark modifizierte Vorderende mit seinem konischen Prostomium auf, welches an der Spitze zwei verhältnismäßig sehr kurze, dicht nebeneinander entspringende Tentakeln trägt, die also kein Scheitelfeld zwischen sich freilassen. Die Oberlippe ragt weit über die Mundöffnung vor, so daß sie von der Seite gesehen beinahe größer erscheint als der Kopfzapfen, an dessen Basis wie gewöhnlich zwei seitliche Wimpergruben vorhanden sind.

Die Hinterenden der Exemplare, welche ich zu Gesicht bekam, entbehren der knopfförmigen Auftreibung des Pygidiums und des präanalen Drüsenringes, so daß der sich caudal kaum merklich ver-

jüngende Körper bei *Polygordius triestinus* in eine abgerundete Spitze ausläuft.

Ich vermag nicht ganz sicher anzugeben, ob die von mir untersuchten Hinterenden normale sind, da sie den Rumpfstümpfen der bekannten *Polygordius*-Arten, deren Hinterenden abgerissen und noch nicht regeneriert sind, ähnlich sehen. Doch stimmen die wenigen Hinterenden von *Polygordius triestinus*, die ich zur Verfügung hatte, alle in ihrem Aussehen miteinander überein, so daß ich darin einen Beweis für ihre Unverletztheit sehe, der noch durch die Tatsache gestützt wird, daß die einzelnen Exemplare aus verschiedenen Fängen stammen.

Textfig. 22.
Schematischer Sagittalschnitt durch das Hinterende von *Polygordius triestinus*.

Die Muskulatur entspricht völlig der Beschreibung, die ich vorher für *Polygordius lacteus* gegeben habe, nur kommen zu den übrigen noch ein paar Muskelfasern hinzu, welche innerhalb der großen Oberlippe von deren Vorder- und Hinterrande aufwärts durch die Peripharyngealhöhle nach einem Punkte der gegenüberliegenden dorsalen Körperwand ziehen. Sie funktionieren als Retractoren der Oberlippe.

Durch den Verlauf seiner Blutgefäße unterscheidet sich *Polygordius triestinus* ebenfalls von den andern bekannten Polygordien Taf. XXIX, Fig. 54. Zwar entspricht das Schema des Circulationssystems im wesentlichen dem von *Polygordius lacteus* — es sind auch zwei Hauptlängsstämme vorhanden, die intersegmental durch seitliche Schlingen anastomosieren, und vorn gabelt sich das Bauchgefäß in zwei laterale schräg durch die Schlundhöhle nach aufwärts verlaufende Äste, die sich schließlich wieder im Rückengefäß vereinigen, — doch sind die einzelnen Gefäße selbst viel stärker und vor allem durch eingelagerte Windungen verlängert, so daß *Polygordius triestinus* ungemein blutreich ist im Verhältnis zu den andern Polygordien und auch zu andern Polychäten überhaupt. Ich will noch etwas näher auf die einzelnen umgestalteten Gefäße eingehen.

In dem Bereich der Lateralkammern biegen die vom Rückengefäß kommenden seitlichen Gefäßschlingen, welche bis an diese Stelle ihren Weg wie gewöhnlich zwischen den beiden Cölothelien

der Dissepimente nehmen, senkrecht nach vorn um, verlassen also die Septen, und begeben sich in die Lateralkammern hinein. Etwa in der Mitte jedes Segments machen sie eine kurze Wendung und kehren dicht neben ihrem ersten Verlaufe zum Septum zurück, durchbrechen es und behalten ihre caudale Richtung bis zur Mitte des folgenden Segments bei. Dort drehen sie eben so scharf um wie vorher und folgen, nachdem sie das Dissepiment wieder erreicht haben, diesem nach dem Bauchgefäß. Die in die Lateralkammern hineinragenden rostralen und caudalen Schleifen können dabei in sich gewunden und gedreht sein. Die Länge der caudalen Schleifen in den Lateralkammern nimmt von Segment zu Segment nach vorn immer mehr ab, bis die seitlichen Gefäßschlingen im zweiten Dissepiment, dem ersten großen, nur noch eine rostrale Schleife in das davor liegende zweite Segment senden. Die beiden Gabeläste des Bauchgefäßes, welche die Schlundhöhle durchziehen, bilden auch erst eine rostrale Schleife, ehe sie sich vollends hinauf zum Rückengefäß wenden.

Sogar das Prostomium ist reich vascularisiert. Nachdem das dorsale Gefäß die beiden seitlichen Schlundgefäße aufgenommen hat, gabelt es sich noch einmal in zwei Äste, welche ihren Weg über das Cerebralganglion hinweg in die Präcerebralhöhle nehmen, wo sie umbiegen und lateral jeder auf seiner Seite in den Peripharyngealraum zurückkehren. Hinter der Kopffalte wenden sie sich senkrecht nach abwärts und beschreiben etwas über der Mitte der Oberlippe je eine Spiraltour, um sich dann mit den seitlichen Schlundästen kurz vor deren Einmündung in das Rückengefäß zu vereinigen.

Diese Erscheinung, daß Gefäße bis in das Innere des Kopfzapfens, der früheren Scheitelplatte der Larve, eindringen, ist wohl der sicherste Beweis dafür, daß die Wandungen der Gefäße bei *Polygordius* ein Organ sui generis sind, daß sie nichts mit dem Cölothel der sekundären Leibeshöhle zu tun haben, denn in dem Prostomium befindet sich kein Teil des Cöloms.

Zur Zeit der Geschlechtsreife tritt auch bei *Polygordius triestinus* ein dorsaler Darmblutsinus auf.

Ganz überraschend ist die Tatsache, daß *Polygordius triestinus* hermaphroditisch ist. Auf Querschnitten durch reife Tiere sieht man Eier und Spermatozoen nebeneinander in der Leibeshöhle liegen (Taf. XXIX, Fig. 58). Ob die Entwicklung der männlichen und weiblichen Keimzellen gleichzeitig vor sich geht, oder ob sie zeitlich getrennt verläuft, ist an meinem Material nicht zu entscheiden.

Die Larve von *Polygordius triestinus* ist eine Trochophora nach dem Typus der Exolarve, aus welcher *Polygordius neapolitanus* hervorgeht.

Die Zwittrigkeit ist der einschneidendste Unterschied zwischen *Polygordius triestinus* und allen andern Polygordien, welche ausnahmslos gonochoristisch sind. Damit würde *Polygordius triestinus* sogar der Gattungsbeschreibung Fraipont's widersprechen, welcher die Getrenntgeschlechtlichkeit von *Polygordius* als unterscheidendes Merkmal von der andern Gattung der Archianneliden »*Protodrilus*« betont. Ich meine aber, daß sich dieser Hermaphroditismus bei *Polygordius triestinus* ebenso wie seine andern Eigentümlichkeiten aus seiner besondern Lebensweise erklären läßt.

*Polygordius triestinus* lebt nämlich nicht wie z. B. *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* in einem Kiesgrund, der aus Conchylien- und Steintrümmern besteht, sondern in einem mehr schlammigen Boden. Während nun jene sich in den Lücken und Spalten zwischen den einzelnen Elementen ihres Aufenthaltsortes verhältnismäßig frei bewegen können, und ihnen auch frisches Atemwasser eben wegen der losen Zusammensetzung des Kieses in reichlichem Maße zur Verfügung steht, ist *Polygordius triestinus* darauf angewiesen, sich durch den Schlamm zu wühlen, und sich mit der darin enthaltenen geringen Menge von sauerstoffhaltiger Luft zu begnügen. Darum das spitze Prostomium mit den kurzen Tentakeln, welches vorzüglich geeignet sein mag, den weichen Schlamm beim Vorwärtskriechen zu durchbohren. Lange Tentakeln, falls diese überhaupt als Tastorgane benutzt werden sollen, hätten in einer solchen Umgebung, wo sie überall in Berührung mit Stoffteilchen kämen, überhaupt keinen Sinn.

Die Vorwärtsbewegung des *Polygordius triestinus* geschieht wohl in der Weise, daß er die große Oberlippe durch Hineinpressen von Leibeshöhlenflüssigkeit anschwellen läßt und sie dann als Widerlager, gleichsam als Anker verwendet, an dem er durch Kontraktion seiner Längsmuskeln den Körper heranzieht. Dabei kommt ihm auch das glatte Hinterende zu statten, denn eine knopfartige Verdickung des Pygidiums würde nur als Hindernis wirken. Nach dieser Verkürzung seines Körpers bohrt sich der Wurm mit seinem Prostomium weiter in den Schlamm ein, indem er die Oberlippe dabei durch die erwähnten Retractoren einzieht, und wiederholt dann das ganze Verfahren.

Die gewaltige Blutmenge, welche in dem Körper des *Polygordius triestinus* circuliert, steht im umgekehrten Verhältnis zu dem im

Schlammwasser enthaltenen Sauerstoff; weil es an dem zur Atmung nötigen Element mangelt, ist dafür die Oberfläche des gesamten Blutgefäßsystems beträchtlich vergrößert.

Der Hermaphroditismus endlich resultiert wohl ebenfalls aus den schwierigeren Lebensbedingungen. Da in dem Schlamm die entleerten Eier und Spermatozoen sich nicht weit von dem Ablageorte entfernen können (was in dem von *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* bewohnten Kies für die Eier durch Wasserströmungen, für die Spermatozoen durch ihre eigne Bewegung leicht möglich ist), so sind die Chancen für die Befruchtung der Eier, für die Erhaltung der Art, größer, wenn die Tiere zwittrig sind, denn dadurch ist gewährleistet, daß immer, wenn zwei Würmer zusammenkommen und nebeneinander ihre Geschlechtsprodukte entleeren, zugleich beide Arten von Keimzellen vorhanden sind (wenn man nicht an eine Selbstbefruchtung denken will). Ähnlich erklärt z. B. E. Meyer (1888, S. 654) den Hermaphroditismus der Amphicoriden und kleiner Serpulaceen-Formen (*Spirorbis*, *Salmacina*).

Ich glaube, daß der vorliegende Wurm trotz seiner Besonderheiten, trotz seiner Zwittrigkeit zu der Gattung *Polygordius* gerechnet werden kann (nach Fraipont ist die Gattung *Polygordius* getrenntgeschlechtlich), denn er erweist sich doch im großen und ganzen diesen Archianneliden als nächstverwandt, und die für ihn charakteristischen Eigentümlichkeiten sind nur der Ausdruck für eine besonders deutliche Anpassung an bestimmte Verhältnisse.

## Schlußbetrachtung.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen an *Polygordius* ist ein zweifaches: erstens konnte ich zeigen, daß die Imagines von *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* identisch sind; zweitens aber glaube ich unsre Kenntnisse der Morphologie von *Polygordius* um einige für die Theorie, die sich oft an diese Archiannelidengattung anschließt, wichtige Einzelheiten bereichert zu haben.

1) Es waren zunächst die alten Beschreibungen, auf die sich die Trennung des *Polygordius neapolitanus* von dem zuerst entdeckten *Polygordius lacteus* gründete, nachzuprüfen. Fraipont zählt die Unterschiede zwischen beiden Species (S. 90) wie folgt auf: »Cette espèce (*Polygordius neapolitanus*) s'éloigne de *Polygordius lacteus* par son corps plus élancé, moins trapu, appareil vasculaire plus compliqué, enfin par sa coloration.« Ich habe gezeigt, daß die Angaben A. Schneiders

über die Anatomie von *Polygordius lacteus*, die Fraipont einfach als richtig hingenommen hat, nicht haltbar sind, und daß Fraiponts Beschreibung von *Polygordius neapolitanus* in gleicher Weise auch für *Polygordius lacteus* gilt, allerdings mit den Abänderungen, die sich aus meinen Befunden für beide Würmer ergeben.

Während sich nun diese seither in der Literatur geführten Unterschiede schon durch die mikroskopische Betrachtung lebender Individuen als hinfällig zeigen ließen (ich hatte beide Arten lebend unter einem Deckglas), war anderseits durch Wolterecks überraschende Befunde an den zugehörigen Trochophoren (Exo- und Endolarven) die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß aus dem weitgehenden Heteromorphismus ihrer Larven andre, bisher unbeachtet gebliebene unterscheidende Merkmale zwischen *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* resultieren könnten. Es handelte sich vor allem um die bei der Metamorphose am meisten in Mitleidenschaft gezogenen Vorderenden, die Leibeshöhlenanordnung, die Beschaffenheit der definitiven Nephridien in ihnen. Bei dem Vergleichen der einzelnen Organe und Körperregionen fand ich aber stets nur völlige Identität. Dafür daß die von Neapel stammenden Würmer der gleichen Art angehören, wie die bei Helgoland vorkommenden, sprechen auch noch zwei andre Tatsachen, die Woltereck in seinem Breslauer Vortrag 1905, S. 159 anführt, nämlich, daß die Larven beider bis zu einem bestimmten Stadium nicht nur gleich, sondern (abgesehen von der Zeitdifferenz in einer einzigen Zellteilung) Zelle für Zelle identisch aufgebaut sind; und daß Kreuzungsversuche zwischen beiden »Arten« leicht gelangen.

Aber nicht nur *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* sind durch die Ergebnisse meiner Untersuchung als morphologisch gleich anzusehen, sondern es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die andern seither beschriebenen *Polygordius*-Arten, die Fraipont in seiner Monographie aufzählt (mit Ausnahme von *Polygordius appendiculatus*), sich bei einer Nachprüfung alle als identisch erweisen würden. Während sich nämlich jene Arten von Fraiponts Beschreibung des *Polygordius neapolitanus*, die ja ich erst richtig gestellt habe, etwas entfernen, enthält ihre Morphologie meinen Befunden an *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* gegenüber nichts Abweichendes, nur ist sie unvollständig. Bei der einen Art ist eine subdermale Ringmuskulatur beschrieben, bei der andern eine aus Ring- und Längsfasern bestehende Darmmuscularis, usw. Fraipont selbst sagt am Ende des systematischen Teils seiner Monographie, daß sich die Zahl der

*Polygordius*-Arten bei genauerer Untersuchung wohl reduzieren lassen werde. Die beiden *Polygordius*-Exemplare aus dem Schwarzen Meer, die ich der Güte des Herrn Prof. Salensky verdanke, habe ich auch völlig identisch mit *Polygordius lacteus* gefunden.

Tatsächlich von *Polygordius lacteus* zu trennende Arten würden nach dem eben Gesagten nur *Polygordius triestinus* und *Polygordius appendiculatus* sein, indem *Polygordius triestinus*, wie vorher beschrieben, eine ganz aberrante Form ist, und *Polygordius appendiculatus* sich deutlich durch seine geringe Körpergröße (im Maximum 4,5 cm) und den Besitz zweier Präanalcirren von *Polygordius lacteus* unterscheidet.

*Polygordius triestinus* muß wegen seiner Anpassung an bestimmte Verhältnisse als eine abgeleitete Form angesehen werden, zumal auch einige seiner Organe (Oberlippe, Blutgefäßsystem) komplizierter gebaut sind, als bei den Polygordien.

2) Von den verschiedenen Befunden, die ich an den einzelnen Organen bei *Polygordius lacteus* und *Polygordius neapolitanus* gemacht habe, möchte ich hier nur die aufzählen, die mir am wichtigsten erscheinen:

Das ist das Vorhandensein ziemlich ausgedehnter Hohlraumsysteme im Körper des ausgewachsenen *Polygordius*, welche als primäre Leibeshöhle den Cölomsomiten gegenübergestellt werden müssen.

Mit ihnen in einem gewissen Zusammenhang steht das Blutgefäßsystem, welches mit seinen eignen, mesenchymatischen Wandungen als ein Organ sui generis ziemlich unabhängig von dem Cölothel lediglich innerhalb der primären Leibeshöhle verläuft.

Interessant mag auch die Anwesenheit eines beinahe ganz von dem Hauptnervensystem isolierten Schlundnervensystems bei einer so ursprünglichen Annelidengattung sein.

Endlich glaube ich, daß die von mir geschilderte Art der Keimzellenablage, wie ich in dem Abschnitt über die Geschlechtsorgane auseinandersetzte, als eine erste Stufe zu dem bei höher entwickelten Polychäten ausgebildeten Generationswechsel angesehen werden kann.

---

Von den meisten Autoren wird *Polygordius* als Archiannelid anerkannt. Nach der Beschreibung Fraiponts entspricht er tatsächlich fast ganz dem Schema, das wir uns von einem einfachsten metamer gegliederten Wurm zu machen pflegen. Wie verhält es sich nun jetzt, nachdem eine Anzahl von Komplikationen im Bau

sich für ihn ergeben haben, mit seiner Stellung zu andern Anneliden? Ich bin weit davon entfernt, zu dieser Frage Stellung nehmen zu wollen; nur eines möchte ich betonen im Gegensatz zu dem, was von den Gegnern der Archianneliden-Theorie immer eingewendet wird, — daß nämlich kein einziges Organ bei *Polygordius* rudimentär erscheint, sich als rückgebildet erweist, und daß vor allem von etwaigen Borsten- und Parapodienresten keine Spur bei ihm zu finden ist.

Leipzig, im März 1906.

## Literaturverzeichnis.


1903. W. Biedermann, Geformte Sekrete. Zeitschr. f. allgem. Physiologie. Bd. II.
1887. Eisig, Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XVI.
1905. Miguel Fernandez, Zur mikroskopischen Anatomie des Blutgefäßsystems der Tunicaten. Nebst Bemerkungen zur Phylogenese des Blutgefäßsystems im allgemeinen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXXIX.
1887. Fraipont, Le genre Polygordius. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XIV.
1901. Goodrich, On the structure and affinities of Saccocirrus. Quarterly Journ. of Microscopical Science.
1886. Kleinenberg, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLIV.
1901. A. Lang, Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XXXVIII. Heft 1.
1873. MacIntosh, On a new Example of the Opheliidae (Linotrypane apogon), from Shetland. Proceedings of the Royal society of Edinburgh.
1887. E. Meyer, Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitth. d. Zool. Stat. Neapel. Bd. VII.
1888. —— Dasselbe. Ebenda Bd. VIII.
1901. —— Dasselbe. Ebenda Bd. XIV.
1905. M. Rautier, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und der phylogenetischen Beziehungen der Gordiiden. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss.
1868. A. Schneider, Über Bau und Entwicklung von Polygordius (lacteus) Arch. f. Anat.
1905. F. Vejdovský, Zur Hämocöltheorie. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXXXII.
1902. Woltereck, Trochophorastudien. I. Zoologica. Bd. XIII. Heft 34.
1904. —— Beiträge zur praktischen Analyse der Polygordiusentwicklung nach dem Nordsee- und Mittelmeertypus. I. Archiv für Entwicklungsmech. Bd. XVIII.
1904. —— Wurmkopf, Wurmrumpf und Trochophora. Zool. Anz. Bd. XXVIII.
1905. —— Zur Kopffrage der Anneliden. Verhandl. der Deutsch. Zool. Ges. S. 154.

1891. M. Wolters, Die Conjugation und Sporenbildung bei Gregarinen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVII.

Weitere Literatur über *Polygordius* siehe Fraipont 1887.

---

## Erklärung der Abbildungen.

Für die Untersuchung wurden ausschließlich Zeiss-Apochromate mit Kompensationsocularen, meist die homogene Öl-Immersion num. Apert. 2,0 mm verwandt. Die Zeichnungen sind fast alle mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates gemacht. Die bei den einzelnen Abbildungen angegebenen Vergrößerungen beziehen sich auf die natürliche Größe des Objekts.

Alphabetisches Verzeichnis der gewählten Abkürzungen:

*An*, Anus;
*Atr*, Atrium;
*B.Membr*, Basalmembran, Stützlamelle;
*Binde-Gew*, Bindegewebe;
*Can*, Kanal;
*Cut*, Cuticula;
*D.Bl.Sin*, Darmblutsinus;
*D.Ep*, Darmepithel;
*Diss*, Dissepiment;
*Dr*, Drüse;
*Dr.Kr*, Drüsenkranz;
*Gangl*, Ganglion;
*Gangl.cerebr*, Cerebralganglion;
*Gangl.tent*, Tentakelganglion;
*Gangl.d.W.Gr*, Wimpergrubenganglion;
*Hyp*, Hypodermis;
*K*, Kern;
*K.Bl.S*, Kehlblindsack;
*K.F*, Kopffalte;
*Lab.ant*, Oberlippe;
*Lab.post*, Unterlippe;
*L.M*, Längsmuskel;
*Lig*, Ligament;
*Mes*, Mesenterium;
*Mes.can*, Mesenterialkanal;
*Musc*, Muskel;
*M.dors.ventr*, Dorsoventralmuskel;
*M.phar*, Pharyngealquermuskel;
*Nephr*, Nephridium;
*Nephr.can*, Nephridialkanal;
*N*, Nerv;
*N.Z*, Nervenzelle;
*Ov*, Ovarium;
*P.R.H*, Perirectalhöhle;
*Per*, Peritoneum;
*Pr.Cer.H*, Präcerebralhöhle;
*Prost*, Prostomium, Kopflappen;
*R.M*, Ringmuskel;
*Schl.Bel*, Schlundbelag;
*Schl.Comm*, Schlundcommissur;
*Schl.H*, Schlundhöhle, Peripharyngealraum;
*Schl.N*, Schlundnerv;
*Schl.Retr*, Schlundretractor;
*S.Sp*, Septenspalt;
*Som*, Somatopleura;
*Sph.an*, Analsphincter;
*Sph.stom*, Mundsphincter;
*Sph.intest*, Darmsphincter;
*Spl*, Splanchnopleura;
*Stom.i*, innere Mundöffnung;
*Stom.e*, äußere Mundöffnung;
*St.F*, Stützfaser;
*St.Z*, Stützzelle;
*Tast-Org*, Tastorgan, Sinneskölbchen;
*Tr.M*, Transversalmuskel;
*V*, Gefäß;
*W.Gr*, Wimpergrube.

### Tafel XXV.

Fig. 1. Vorderende von *Polygordius lacteus* von der Ventralseite, nach dem Leben. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 65 der natürlichen Größe.

Fig. 2 u. 3. Frontalschnitte der Vorderenden von *Polygordius lacteus*. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 300 der natürlichen Größe.

Fig. 2. In Höhe der inneren Mundöffnung. Kehlblindsack angeschnitten. Vor dem ersten großen Dissepiment die beiden kleinen Cölomsomitpaare des »Schlunddoppelsegments« mit »kleinen Septen« zwischen sich. Auf der einen Seite erstes und zweites Nephridium, ersteres das kleine Septum durchsetzend. Um den Oesophagus die »Schlundhöhle« (Peripharyngealhöhle). Die beiden Gefäßseitenäste sind schräg getroffen. An den Seiten des Oesophagus der Faserbelag.

Fig. 3. Etwas höher als Schnitt 2 geführt. Die visceralen Peritonealblätter des ersten Cölompaares gehen vorn in die Körperwand über. Zwischen Cerebralganglion und Pharynx der obere Rand der Kopffalte. Vom Cerebralganglion gehen die Schlundcommissuren aus. Vorn ein Teil der »Präcerebralhöhle« sichtbar; lateral davon je ein die Längsmuskeln begleitender Schizocölraum. Längsmuskeln im Prostomium dunkler gefärbt als im übrigen Körper (Larvenmuskeln).

Fig. 4—9. Querschnitte durch das Vorderende von *Polygordius lacteus*. Ap. 4,0 mm, K.-Oc. 4. Zeichnung = 270 der natürlichen Größe. Die Schnitte stellen eine Serie (allerdings nicht alle von demselben Individuum) dar, die in der Mundregion (Fig. 4) beginnt und kurz vor dem zweiten Dissepiment (Fig. 9) endet. Sie zeigen das Verhältnis von Schlundhöhle und Cölom im Schlunddoppelsegment.

## Tafel XXVI.

Fig. 10 u. 11. Frontalschnitte der Hinterenden von *Polygordius lacteus*. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 140 der natürlichen Größe.

Fig. 10. Normales Hinterende.

Fig. 11. Regeneriertes Hinterende.

Fig. 12—14. Querschnitte durch Hinterenden von *Polygordius lacteus*. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 280 der natürlichen Größe.

Fig. 12. Der präanale Drüsenkranz ist getroffen.

Fig. 13. Etwas weiter analwärts als Fig. 12.

Fig. 14. Dicht vor dem Rumpfende. Analsphincter getroffen.

### Integument.

Fig. 15—20. Querschnitte durch Teile der Haut. Fig. 15, 17—19 von älteren, Fig. 16 u. 20 von jüngeren Würmern.

Fig. 15. In der Mitte eine Hypodermisdrüse mit Excret, das bis in die äußere Cuticula reicht. Links davon eine ähnliche Drüse angeschnitten. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 900 der natürlichen Größe.

Fig. 16. In der inneren Cuticula eine circuläre Streifung. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 2400 der natürlichen Größe.

Fig. 17. Auf der Basalmembran eine Zelle mit ausgezogenen Enden (Ganglienzelle?). Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 900 der natürlichen Größe.

Fig. 18. Links eine Hypodermisdrüse, deren Excret innerhalb der homogenen Cuticula plattenartig auseinandergeflossen ist. Rechts eine Sinneszelle mit Tastkölbchen. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1680 der natürlichen Größe.

Fig. 19. In der inneren Cuticularschicht circuläre Fasern, die granuliert erscheinen. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1600 der natürlichen Größe.

Fig. 20. Circuläre und radiäre Fasern in der inneren Cuticula. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 18. Zeichnung = 2400 der natürlichen Größe.

Muskulatur.

Fig. 21. Längsschnitt durch die Körperwand. Ringmuskeln tangential getroffen. Distal von den Längsmuskellamellen verlaufen senkrechte und in zur Längsachse des Wurmes nach zwei Seiten gleich convergierenden Ebenen schräge Ringmuskelfasern. Unter den Muskeln ist die Hypodermis flach geschnitten, so daß deren helle Drüsenräume im Querschnitt erscheinen. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 280 der natürlichen Größe.

Fig. 22. Teil eines Dissepiments auf einem Querschnitt durch die Körpermitte. Die großen hellen Kerne auf dem Dissepiment gehören zu der dasselbe bedeckenden Peritonealschicht. Im Septum die Septenmuskelfasern mit kleineren langgestreckten dunklen Kernen. Ap. 4.0 mm, K.-O. 8. Zeichnung = 340 der natürlichen Größe.

Fig. 23. Längsschnitt durch die Darmwand. Muscularis tangential getroffen. Ringmuskelbänder, darüber drei Längsmuskelfasern. Über der Muskulatur zahlreiche, durch Eisenhämatoxylin stark geschwärzte, dichotom verzweigte Fasern (Bindegewebe?). Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1160 der natürlichen Größe.

## Tafel XXVII.

Darm.

Fig. 24. Tangentialer Längsschnitt durch die Wand des Mitteldarms. Über den polyedrischen Querschnitten der Darmepithelzellen drei aus feinen Fasern zusammengesetzte Ringmuskelbänder. Rechts ein Darmsphincter. Senkrecht zu vorigen die Längsmuskeln. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 640 der natürlichen Größe.

Fig. 25 u. 26. Querschnitte durch die Wand des Mitteldarms. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1200 der natürlichen Größe. In beiden von links nach rechts: Splanchnopleura, Muscularis, Blutsinus, Darmepithel. Zwischen den Epithelzellen einzellige Drüsen mit dunklerem Inhalt. Während die Epithelzellen Kerne mit kleinen Nucleolen und feinkörnigem Chromatin enthalten, finden sich in den Drüsenzellen Kerne mit großen Nucleolen und gröberer chromatischer Substanz. In den flaschenhalsförmig ausgezogenen Ausführungsgängen der Drüsen befinden sich Secretstoffe. An der Basis der Ausführungsgänge stets eine helle kugelige Stelle Sphäre?. In Fig. 25 neben der oberen Drüsenzelle eine Mitose, die vielleicht zu einem Parasiten gehört. In Fig. 26 zwei Sporocysten mit in Teilung übergegangenen Kernen von einer Monocystidee.

Fig. 27. Eine Sporocyste mit zwölf Sporozoiten aus einem Längsschnitt durch den Mitteldarm. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 1600 der natürlichen Größe.

Fig. 28. Längsschnitt durch die Oesophaguswand. In den Epithelzellen Basalkörner und Basalfasern der Wimpern. In der Mitte eine Drüse mit hellem Inhalt. Oben setzen einzelne Fasern der dorsalen Schlundrückziehmuskeln an. Zwischen ihnen und den sich distal lang ausziehenden Epithelzellen einzelne Zellen und Kerne, die zu den Bestandteilen des Schlundbelags gehören. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 520 der natürlichen Größe.

Blutgefäße.

Fig. 29 u. 30. Querschnitte durch das dorsale Gefäß in der Körpermitte. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 680 der natürlichen Größe. Rechts

und links von dem zwischen Gefäß und Darm ausgespannten Ligament je ein kleiner Hohlraum, Rest der primären Leibeshöhle (dorsale Mesenterialkanäle). In den peritonealen Mesenterien dorsoventrale Muskelfasern.

Fig. 31. Querschnitt durch den obersten Teil des Darmblutsinus eines reifen Wurmes. Die aus dem Gefäßlumen in der Gegend der Septen ausgetretene Blutflüssigkeit hat die Darmmuskulatur abgehoben. Das Gefäßlumen ist kollabiert, und man sieht nur noch eine dünne Membran dorsoventral zwischen den Mesenterien bis zum Darm verlaufen, welche den Sinus in zwei seitliche Hälften teilt. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 680 der natürlichen Größe.

Fig. 32. Querschnitt durch den Darm und die beiden Längsstämme des Blutgefäßsystems. Darmmuscularis mit Dorsoventral-, Ring- und Längsmuskelfasern. Dorsales Gefäß wie in Fig. 29 u. 30. Zwischen Darm und ventralem Gefäß, seitlich von den Mesenterien begrenzt ein Rest der primären Leibeshöhle, ventraler Mesenterialkanal. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 340 der natürlichen Größe.

Fig. 33. Querschnitt durch das dorsale Gefäß in der Peripharyngealhöhle. Das Gefäß selbst ähnlich den in Fig. 29, 30 u. 32 dargestellten Querschnitten aus der Körpermitte. Es fehlen die Mesenterien, da solche im vordersten Körperabschnitt nicht vorhanden sind. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 680 der natürlichen Größe.

Fig. 34. Flachschnitt durch die Wand des dorsalen Gefäßes in der Peripharyngealhöhle. Die Eisenhämatoxylinfärbung läßt deutlich in der Gefäßwand eine geschwärzte Längs- und Ringfaserlage erkennen. In dem das Gefäß tragenden Ligament eine etwas hellere dorsoventrale Faserung. Auffallend dunkel gefärbt sieht man vielfach von der Dorsalseite her dicke Fasern das Gefäß überziehen, deren Enden sich baumförmig verzweigen (Bindegewebe?). Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 960 der natürlichen Größe.

Fig. 35. Flachschnitt durch einen seitlichen Gefäßast in der Schlundhöhle mit Ring- und Längsfasern. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 800 der natürlichen Größe.

Fig. 36 u. 37. Querschnitte durch seitliche Gefäßschlingen in den Septen aus der Körpermitte. Man sieht die Septenmuskeln und auf deren einer Seite das Gefäß. Neben den Kernen des Peritoneums die des Gefäßendothels. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 800 der natürlichen Größe.

## Tafel XXVIII.

### Nervensystem.

Fig. 38 u. 39. Querschnitte durch das Bauchmark eines älteren Wurmes. Nach Schnitten, die mit Thionin gefärbt wurden. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 640 der natürlichen Größe.

Fig. 38. Unter dem rechten Stützfaserbündel eine große Zelle (sog. Leydigsche Riesenganglienzelle).

Fig. 39. Rechts ebenfalls eine solche Zelle, links eine gleiche angeschnitten.

Fig. 40. Frontalschnitt durch ein Vorderende, vorn die innere Mundöffnung, hinten das Bauchmark getroffen. In letzterem zwei Längsreihen von quergeschnittenen Stützfaserbündeln. Außerdem zeigt der Schnitt ein Stück des ventralen Gefäßes und dessen rostrale Gabelung. Lateral die Cölomsomiten des ersten und zweiten Segments. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 160 der natürlichen Größe.

Fig. 41. Sagittalschnitt durch ein Vorderende, etwas seitlich von der Mittellinie des Wurmes, so daß eine Reihe der Stützfaserbündel im Bauchmark getroffen ist. Oesophagus nur angedeutet. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 180 der natürlichen Größe.

Fig. 42. Querschnitt durch das Bauchmark eines jungen Wurmes. Kerne der Ganglienzellen hell, die der Stützfasern dunkel, die der Hypodermis etwas heller als die letzteren. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1440 der natürlichen Größe.

Fig. 43. Querschnitt durch eine Schlundcommissur eines jungen Wurmes. Rechts, ziemlich am Rande des Nervenfaserstranges, ein Ausläufer des durch das Bauchmark ziehenden Kanals (vgl. Fig. 42 *can*). [Er läßt sich bis in das Cerebralganglion verfolgen, wo er sich dann verliert.] Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1440 der natürlichen Größe.

### Excretionsorgane.

Fig. 44. Äußere Mündung eines Nephridiums auf einem Querschnitt durch eines der vorderen Rumpfsegmente. Unter dem Transversalmuskel verläuft der Ausführungsgang des Nephridiums, an den sich in der Hypodermis die Endblase mit ihrer Mündung anschließt. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 620 der natürlichen Größe.

Fig. 45. Excretstoffe enthaltender Teil der Somatopleura einer Lateralkammer auf einem Querschnitt (Phagocytärorgan). Links, in der Leibeshöhle flottierend eine abgelöste Excretcoagulation (aus demselben Schnitt in ihrer natürlichen Lage). Ap. Imm. 2.0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 140 der natürlichen Größe.

Fig. 46. Ein »gelber Körper« in der Präcerebralhöhle aus einem Längsschnitt. In dem Plasma des einzelligen Gebildes große mit gelber homogener Flüssigkeit gefüllte Vacuolen. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1190 der natürlichen Größe.

Fig. 47. Abgelöste Peritonealzellen mit Excret aus der Lateralkammer eines vorderen Segments von einem jungen Wurm. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 1330 der natürlichen Größe.

### Geschlechtsorgane.

Fig. 48. Querschnitt des Hoden von *Polygordius neapolitanus*. Das die Keimdrüse umgebende Peritoneum ist unten geplatzt, und Spermatocyten sowie Spermatiden gelangen in die Leibeshöhle. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 640 der natürlichen Größe.

Fig. 49. Schnitt durch reifes Ei. Kern mit großem Nucleolus und Chromatinkörnern. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 600 der natürlichen Größe.

Fig. 50. Spermatozoon mit kugeligem Kopf, Spitzenstück, Mittelstück und langem Schwanzfaden.

Fig. 51. Querschnitt durch junge Gonade eines *Polygordius neapolitanus*. Zwei Keimzellen sind von einer Peritonealmembran umgeben. Links der laterale Gefäßblindsack quergeschnitten. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 2000 der natürlichen Größe.

## Tafel XXIX.

### Geschlechtsorgane.

Fig. 52. Längsschnitt durch ein Ovarium (aus zwei Schnitten kombiniert). Oben Nephridialkanal. Rechts Dissepiment mit Muskeln und einem Teil der

Wimpern des Nephridialtrichters. Darunter lateraler Gefäßblindsack (mehrmals angeschnitten). Vom Nephridialkanal nach unten fortschreitend die verschiedenen Keimzonen. Kleinere Zellen mit hellen Kernen (Oogonien), dann eine Teilungszone mit Kernteilungsfiguren (Spiremen); danach größere dunklere Zellen (Oocyten), oft von kleineren, wohl Nährzellen, umgeben. Unten freiwerdende Eier. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 640 der natürlichen Größe.

Fig. 53. Längsschnitt durch Nephridium und Hoden von *Polygordius lacteus*. Der die Keimzellenanlage begleitende laterale Gefäßblindsack längsgeschnitten. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 720 der natürlichen Größe.

Fig. 54. Querschnitt durch einen Nephridialkanal mit Urkeimzellen. Links der laterale Gefäßblindsack quergeschnitten. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 960 der natürlichen Größe.

Fig. 55. Querschnitt durch ein Ovarium von *Polygordius lacteus*. Oben Nephridialkanal, unten Gonade mit den gleichen Zonen wie bei Fig. 52. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 12. Zeichnung = 948 der natürlichen Größe.

Fig. 56. Schräger Längsschnitt des ♀ *Polygordius lacteus*. Ap. 8,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 160 der natürlichen Größe.

*Polygordius triestinus* Wolt. nov. spec.

Fig. 57. Schema des Verlaufs der Blutgefäße im Vorderende. Seitliche Gefäßschlingen in Schleifen ausgezogen. Dorsales Gefäß gabelt sich zweimal und sendet die beiden vordersten Äste rechts und links am Cerebralganglion vorbei in die Präcerebralhöhle, von wo sie zurückkehren, um sich mit dem zweiten Ästepaar zu vereinigen.

Fig. 58. Querschnitt durch die Körpermitte eines reifen Wurmes. S. Darmblutsinus. Ap. Imm. 2,0 mm, K.-Oc. 8. Zeichnung = 160 der natürlichen Größe.

# Vita.

Ich, Friedrich Albert Hempelmann, evangelisch, bin geboren am 26. Januar 1878 zu Halle a. S. als Sohn des Kaufmanns Hempelmann daselbst. Ich besuchte die Vorschule und das Stadtgymnasium zu Halle a. S. und bestand Michaelis 1898 die Maturitätsprüfung. Das Wintersemester 1898/99 studierte ich die »Rechte« an der Universität München. Am 11. Februar 1899 trat ich als Fahnenjunker in das 4. Württembergische Infanterie-Regiment Nr. 122 Kaiser Franz Joseph von Österreich, König von Ungarn ein und wurde für den Kursus 1899—1900 auf Kriegsschule Hersfeld kommandiert. Nachdem ich das Offiziersexamen bestanden hatte, wurde ich zum Königlich Württembergischen Leutnant ernannt mit dem Patent vom 30. Januar 1900. Im Dienst zog ich mir chronische Herzschwäche zu, auf Grund deren ich am 22. März 1903 den Abschied mit Pension erhielt. Das Sommersemester 1903 und das folgende Wintersemester studierte ich an der Universität Halle »Naturwissenschaften« von Ostern 1904 ab setzte ich meine Studien an der Universität Leipzig fort.

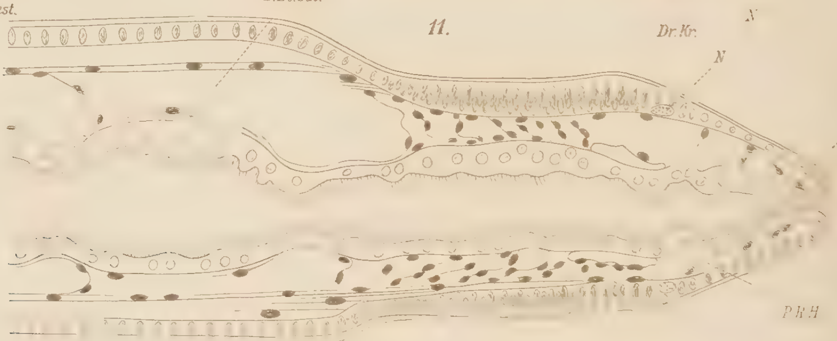
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Kopffalte
Schlunddoppelsegment
Lag
Spl
Sph. stom
Atr
Stom.i.
Stom.e.
KBl S
7
Sph.stom
Spl
Lag
Spl
Schl II
KBl S

2.
Spl.
Schl.H.
Diss.
V.lat.
I.gross Diss.
Cut.
Hyp.
L.M.
K.Bl.S.
Tr.M.
Schl.Bel.
Nephr.
Cut.
Hyp.
L.M.
Tr.M.
Spl.
Diss.
9.
V.dors.
Schl.V
Spl
Schl.Retr.
V.ventr.

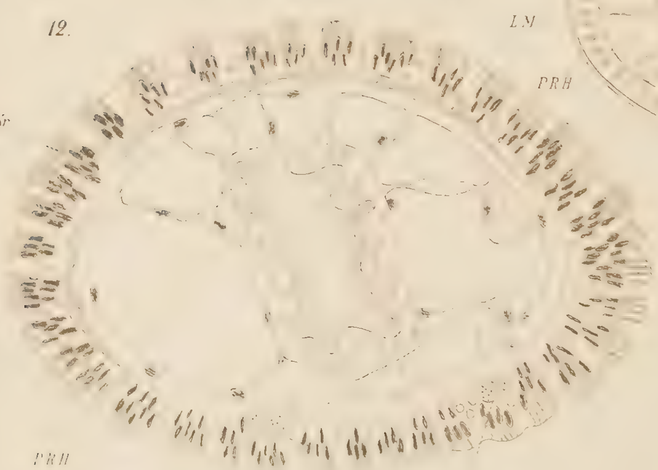
10.

11.

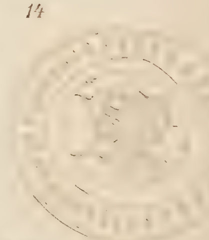



13.

12.

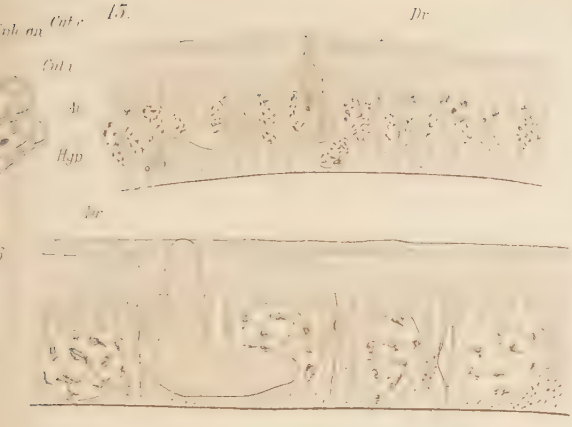



14




Hempelmann gez.

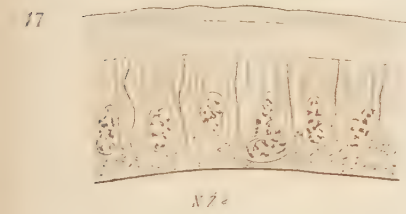
15.



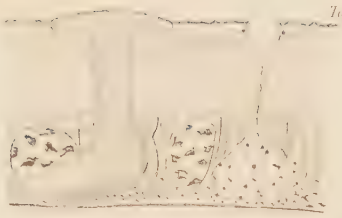




17

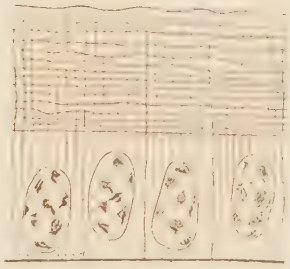


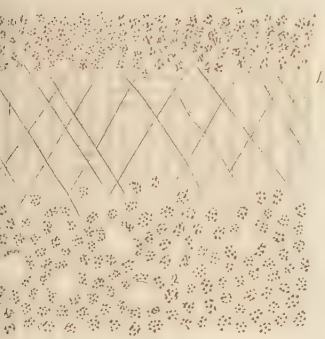

18




19

20



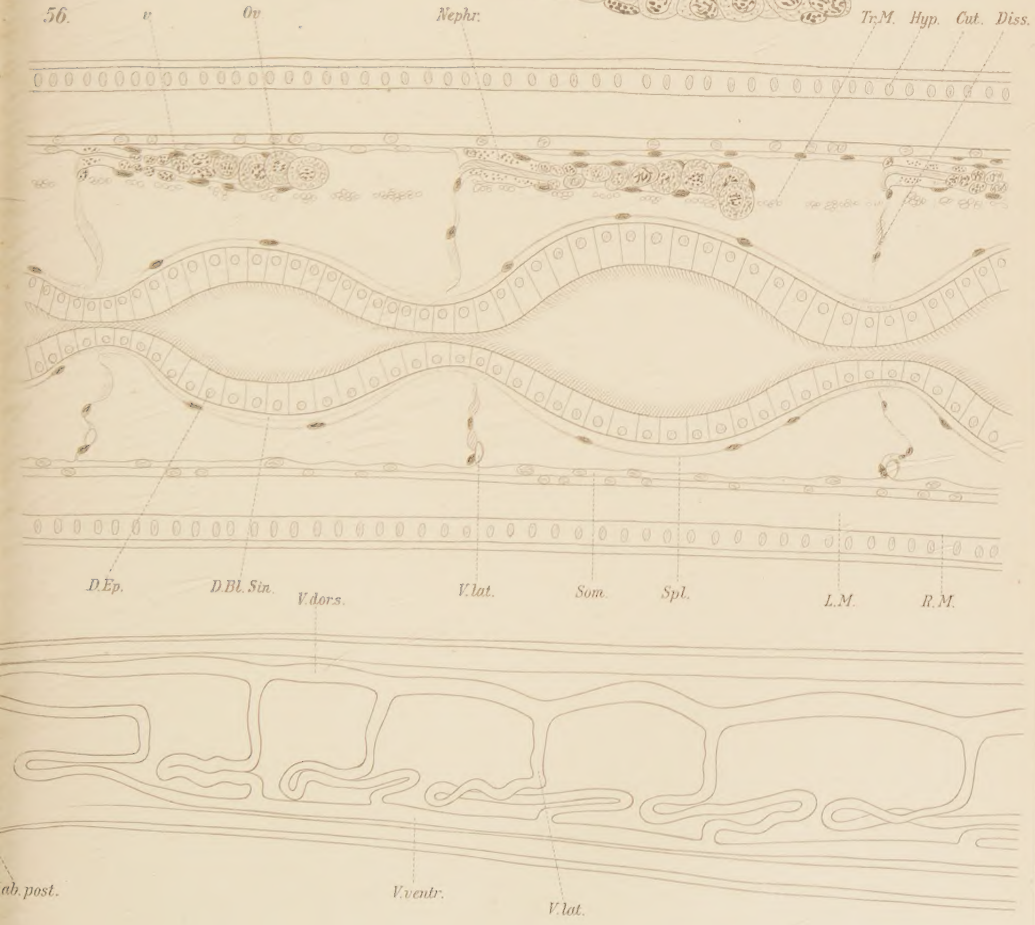



22

24
25
R.M.
D.Bl Sin.
L.M
27
Dr

Hempelmann gez.

55.
Nephr. Can.
Tr.M.
Diss.
v.


56.
v
Ov
Nephr.
Tr.M.
Hyp.
Cut.
Diss.
D.Ep.
D.Bl. Sin.
V.dors.
V.lat.
Som.
Spl.
L.M.
R.M.
ab. post.
V.ventr.
V.lat.